15. 8. 369

150 8

Digitized by Google

THEORIA
ENTIUM SENSIBILIUM
SIVE
PHYSICA UNIVERSA
SPECULATIVA, EXPERIMENTALIS SYSTEMATICA ET GEOMETRICA

OMNIUM CAPTUI ACCOMMODATA.

Acceſſit rerum index alphabeticus, cujus ope totum hoc opus lexici phyſici vices gerit.

AUCTORE

ABBATE PARA DU PHANJAS.

E Gallico ſermone in Latinum vertit F. T.

TOMUS TERTIUS.

THEORIA METEORORUM, LUCIS, IGNIS, ELECTRICITATIS.

VENETIIS.

APUD LAURENTIUM BASILIUM

Superiorum permiſſu, ac Privilegio.

MDCCLXXXIII.

Digitized by Google

THEORIA ENTIUM SENSIBILIUM

SIVE

PHYSICA UNIVERSA.

SEQUITUR AERIS THEORIA.

THEORIA METEORORUM.

Meteora aquea.

Meteora lucida.

Meteora ignea.

Meteora aerea.

SECTIO TERTIA.

METEORORUM NATURA.

789. *Meteora* (*) dicuntur phænomena quædam, naturales quidam effectus in athmoſphæra orti, & conſpicui, in aere ſcilicet tellurem ambiente. Hæc paſſim in Me-

(*) *ETYMOLOGIA. Meteora a* μετεωρος altus, ſublimis. *Effectus, ſeu ſpectaculum edito loco, in regione ſuperiore apparens.*

Meteora aquea, lucida, ignea, aerea dividuntur. Hanc nos quoque diviſionem ſequemur.

At lectorem monitum volumus, ne ſemper in hac ſectione invictas demonſtrationes expectet. Meteororum omnium productio aliquid abditum, & obſcurum habet, & expertiſſimis phyſicis omnibus adhuc impervium.

Vaporum, & exhalationum aſcenſus.

785. OBSERVATIO. *Athmoſphæra*, fluidum hoc inviſibile orbem noſtrum involvens, & ſecum diurna, atque annua rotatione converſum, nunquam puro aere conſtat: quidquid fermenteſcit, & putreſcit, quidquid vegetat, atque tranſpirat, quidquid aeris, & ignis actio exaltare poteſt, & volatile efficere: aqueæ, oleoſæ, ſalinæ ſubſtantiæ illuc omnes undequaque concurrunt non perceptibili forma: omnia hæc aeri ad quandam uſque altitudinem immiſcentur, & meteora pariunt. Athmoſphæra, (ſicut jam præcedenti volumine adnotavimus,) eſt itaque hæc aeris, vaporum, exhalationum commixtio, quæ circa terram ellipſoidale involucrum efficit quindecim ferme leucas altum (743); cujus tamen aer præcipua pars eſt, & cujus vapores pars ſunt acceſſoria, & adventitia. Certum eſt, & nemini ignotum, *vapores*, & *exhalationes* in athmoſphæra attolli: at vero quænam hujus aſcenſus cauſa eſt? quonam phyſico machinamento hoc fit? certam rei hujus rationem reddere non leve negotium eſt.

I. Calor una ex præcipuis phænomeni cauſis eſſe videtur, non tamen unica; neque enim calori vaporum, & exhalationum elevatio proportionalis eſt: ſæpius enim in rigidiſſimo frigore nix evaneſcit, glacies minuitur, & utraque in vapores exaltatur.

II. Certum eſt, aeris actionem ad vapores, & exhalationes attollendas plurimum conferre.

At

At qua ratione hoc fit? Paſſim ajunt vapores, & exhalationes ab aeris preſſione multo hiſce corpuſculis calore immenſum dilatatis, atque diviſis gravioris elevari. At ratio iſta non ſufficit. Ut enim aquæ volumen, exempli gratia, fiat æquali aeris volumine ſpecifice levius, ita dilatari debet, ut octingenties ſaltem majus fiat. Atqui hæc dilatatio multo majorem calorem poſtulat, quam qui tunc habeatur, quum vapores magna in copia attolli videmus.

III. An ne de *ſpeciali attractione* inter aerem, & corpuſcula, quæ attollit, ſuſpicio eſſe poſſet illi ſimili, qua aqua ſales attrahit, illiſque commiſcetur (105)? In hac hypotheſi admodum naturæ conſona caloris, & aeris actio modo ſimul, modo ſeorſim in vaporum, & exhalationum aſcenſum influens phænomenon explicaret, a quo certiſſime meteora omnia procedunt. Primo caloris actio corpora dilatans, partium adhæſionem minuens innumerorum corpuſculorum ſeparationem juvaret, quæ ita ad aeris attractionem eſſent proxime diſpoſita. Deinde aeris actio corpuſcula hæc attraheret vi majori vel minori, ea ratione, qua ejus affinitas minus, magiſque ſaturata eſſet, qua ejus maſſa magis, minuſque denſa eſſet, qua ejus actio ſupra idem corpus, puta ſupra ſtagnum, vento flante magis minuſque iteraretur.

Non tamen hinc ſequeretur, vapores, & exhalationes ad ſummam athmoſphæræ altitudinem efferri, ſicuti ſalina corpuſcula ab imis aquis ad ſuperficiem attolluntur; quum enim aeris denſitas eo magis minuatur, quo magis a terra recedimus; fieri facile poteſt, ut ad hexapedas mille, aut bis mille aer vim attractivam non amplius tantam habeat, qua altius corpuſcula efferre poſſit, quorum gravitas ſemper proxime conſtans viribus attractivis ſemper decreſcentibus opponitur. Quam primum videbimus, illos, quos vapores, & exhalationes nuncupamus, ad

multo magnam altitudinem in aeris regione non extolli (790).

Meteororum diviſio.

786. DESCRIPTIO. Meteora omnia a fluido aereo, & a vaporibus, & exhalationibus per illud diffuſis exoriuntur. Diſcrimina tamen ſunt, quibus ſingula meteora invicem diſtinguuntur,

I. *Meteora aquea* ſunt vapores ſimul collecti, modo magis, modo minus dilatati, aut condenſati, modo fluidi, modo liquidi, modo frigore ſolidati. Aqua meteororum aqueorum unicum, aut præcipuum conſtitutivum eſt.

II. *Meteora lucida* ſunt lucis reflexio, aut refractio in nubibus; ſive nubes iſtæ vaporibus tantum, ſive vaporibus, & exhalationibus ſimul conſtent.

III. *Meteora ignea* ſunt exhalationum ſulphurearum, nitroſarum, bituminearum, phoſphoricarum congeries, quæ a tribus regnis eductæ ad diverſas altitudines in athmoſphæra attolluntur, ibi coaleſcunt, fermenteſcunt, accenduntur, diſſipantur modo vaporibus commixtæ, modo ab illis ſecretæ (a).

Magnum inter lucida, & ignea meteora diſcrimen intercedit. Meteora lucida nulla intima accenſione collucent: eorum lux extranea eſt, quam reflectunt, aut refringunt, non gignunt. Meteora ignea intima accenſione collucent: eorum lux adventitia non eſt, ſed ab ipſis oritur, & a corporibus illa componentibus.

IV. *Meteora aerea* ſunt tantum fluxus, atque com-

(a) *Qui pleraque ex meteoris igneis fluid electrico tribuet, is validiſſimis rationibus ſententiam ſuffultam tuebitur.* Interpres.

commotio fluidi comprimibilis, & dilatabilis terram ambientis, aeris ſcilicet.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

METEORA AQUEA.

Meteora aquea hic a nobis conſideranda ſunt ros, nebula, nubes, pruina, pluvia, nix, grando, diluvium, typhon, pluviæ portentoſæ.

Ros ſerotinus.

787. DESCRIPTIO. *Ros ſerotinus* eſt humor ille, quo præſertim ſudis æſtivis diebus paulo ante ſolis occaſum aer imbutus eſt. Humor iſte a terra in athmoſphæram attollitur. Si enim ſub ingenti vitreo recipiente ad quandam altitudinem aut charta, aut pannus lineus bene ſiccus ponatur, duabus, aut tribus horis poſt humentes inveniuntur. Probat hoc, humorem hunc ab athmoſphæra non delabi, imo in hanc a terris aſſurgere.

EXPLICATIO. I. Sol ſua ſupra horizontem vera, aut apparente revolutione ardentibus radiis aerem, terram, aquas calefacit. At calor iſte, ſole non amplius illum præſentia ſua conſervante, facilius ab athmoſphæra avolat, quam ab aquis, & terreſtribus corporibus illa denſioribus. Et re ipſa experimus, ſole jam in occaſum verſo terram, & aquam aere magis incaleſcere; ſi enim manus aut arenæ cumulo, aut aquæ ſtagno admoveatur tota die ſoli expoſito, major in arena, & aqua, quam in aere calor perſentitur. Quid inde continget?

II. Materia ignea, quæ omnium fluidorum more ubique æquilibrium affectat, a terra, & ab aquis elabitur, ubi abundantior eſt, ut in

athmoſphæram diffundatur. A terreis, aqueis, oleoſis, ſalinis corporibus erumpens ingentem ſecum vaporum, & exhalationum copiam aſportat, quas ſenſim in aerem attollit aut ab aeris attractione adjuta, aut ab alio fluidi hujus phyſico machinamento, cujus natura fortaſſe ignota eſt, at quod certo datur. Hinc ros ſerotinus.

Ros matutinus.

788. DESCRIPTIO. *Ros matutinus* eſt humor ille, qui aliquanto ante ſolis ortum ab aere in terras delabitur. Primitiva hujus roris cauſa eſt ros veſpertinus, ſeu nocturna poſt ſolis occaſum vaporum exaltatio.

EXPLICATIO. Vapores, & exhalationes, quæ noctu ad aeris regionem terræ proximam ſeſe ſenſim extulerunt, ſeſe cum aeris ſtratis æquilibrant, a quibus attractæ contra propriam gravitatem ſuſtinentur.

At orto ſole ſtrata hæc aerea calore rareſiunt: aer ita rareſactus non amplius cum vaporum, & exhalationum pondere æquilibrium ſervat, quas quum denſior eſſet ſuſtinebat. Quare vapores hi, & exhalationes aut mixtæ, aut ſeparatæ gravitati obtemperant, & in terras labuntur.

789. NOTA. Cælo interdiu nubilo nullus ferme ros eſt neque ſerotinus, nec veſpertinus. Nubes enim per athmoſphæram diffuſæ radios ſolis intercipientes igneam hujus aſtri materiam in terreſtribus corporibus coacervari non ſinunt. Quare nequit hæc ab his corporibus in athmoſphæram aſſurgere, illucque vapores, & exhalationes attollere.

Ita quoque quum diem ſudum ſequitur nox ventoſa, nullus ferme ros eſt; vapores enim, & exhalationes, quas materia ignea e terreſtribus corporibus elapſa in aerem advehit, vento-

rum

rum impulſu illico aſportantur, & diſſipantur; quare ſenſibili copia in unum locum colligi illis per tempus non licet.

In quibuſdam regionibus perraro pluit; at viciſſim copioſiſſimus ibi ros eſt, qui ad terræ ubertatem ſatis eſt: quum ros quilibet ſit illi veluti exigua pluvia quotidiana.

Nebula, nubes.

790. DESCRIPTIO. Nebula, & nubes ſunt tantum vaporum, & exhalationum congeries inferiorem aeris regionem occupans, & obſcurans. Quum congeries hæc terræ omnino proxima eſt, *nebula* nuncupatur; quum altius ſupra terram attollitur *nubes* dicitur. Quare nebula nubes eſt infimam aeris regionem occupans; nubes ſunt ingentes nebulæ altius elatæ.

I. Quum nebula vaporibus tantum, ſeu partibus aqueis conſtat, inodora eſt, & plantis, atque animantibus innocua. At ſæpe vaporibus noxiæ exhalationes commiſcentur, cujuſmodi ſunt, quæ a paludibus exhalant: tum vero nebula noxia, & lethalis eſt. Aliquando ex ingrato odore, ex acredine oculos graviter afficiente, & lacrimas provocante, ex florum, fructuum, plantarum, omnium fere naturæ productionum languore manifeſtatur. Non omnes nebulæ ex commixtis vaporibus, & exhalationibus noxiæ, & lethales ſunt: imo nonnullæ beneficæ ſunt. Ligeris nebulæ, exempli gratia, pectore laborantibus ſalubres ſunt; certe quia oleoſis, & balſamicis exhalationibus redundant, quibus huic morbo ſenſim medentur.

II. Nubium color, figura, magnitudo infinite varia eſt: omnia hæc a vaporibus, & exhalationibus, quibus conſtant, procedunt. Quo denſiores, magiſque heterogenei vapores iſti ſunt, eo aptior eſt nubes lucem intercipere, eo magis nigra apparet, & tenebroſa. Quum nubes

partibus inflammabilibus præſertim conſtat, tunc fulguris, fulminis, tonituri materiam, & pabulum in ſinu geſtat; de quibus alibi.

III. Nubium quoque altitudo admodum varia eſt: aliæ quippe magis, aliæ minus ſupra terras attolluntur. Phænomenon hoc nihil præter diverſam ſpecificam gravitatem in corporibus illas componentibus magis, minuſque attenuatis videtur poſtulare. Graviora inferiori athmoſphæræ ſtrato, leviora ſuperiori æquilibrantur; ſtratorum enim gravitas eo magis decreſcit, quo magis ſtrata a terræ ſuperficie recedunt, quum eo magis rareſiant.

Nubes ſublimiores, quæ primo intuitu ad immenſam altitudinem elatæ videntur, nunquam ferme leucam unam ſupra terras attolluntur, raro dimidiam. Ricciolius plurium nubium altitudine geometrice dimenſa invenit, altiſſimas, magiſque rarefactas nunquam ad paſſus 5000 attolli, qui leucam unam cum tribus quadrantibus efficiunt. Juxta Keplerum nubes, a quibus grando cadit, nunquam, aut fere nunquam ultra milliaris quadrantem elevantur, qui hexapedis proxime 208 æquivalet. Per Fromondum in ſua meteorologia, nubes pluvia raro ſupra terras ultra pedes 2500, hoc eſt hexapedas ferme 408 elevatur. In noſtra geometria nubis cuiuſcumque altitudinis geometrice capiendæ methodum invenies (*Math.* 425).

Pruina.

791. DESCRIPTIO. I. *Pruina* efficitur a rore ſenſim ſine ſenſu ab athmoſphæra labente, & dum labitur in gelu concreſcente ad autumni finem, & initio veris paulo ante ortum ſolis.

Vere, & autumno ſol cælo ſudo terræ, & aquæ ſuperficiem ſatis caleſacit, ut inde copioſus ros ſerotinus, & matutinus habeatur (787). Quum vero hiſce anni tempeſtatibus, & in aliqui-

quibus regionibus horis matutinis frigus ingruat non mediocriter; maximum vero frigus ſit hora ſolis ortum præcedente, ſæpius frigus hoc adeo riget, ut rorem matutinum in gelu cogere valeat, dum hic minimis guttulis ab aere ſolis radiis rarefacto decidit: calor ſolis etenim ſucceſſive ſublimiores primum, dein inferiores athmoſphæræ partes afficit. Quare ros iſte non minimis guttulis liquidis, ſed minimis congelatis corpuſculis concretus labitur, quæ alia aliis ingeſta ſenſibile tandem glaciei ſtratum efficiunt.

DESCRIPTIO II. Altera pruinæ ſpecies eſt, quæ hyeme aere ſimul frigido, & humido arboribus, herbis, capillis, feneſtrarum vitris adhæret. Oritur hæc pruinæ ſpecies aliquando ab humiditate a corporibus, quæ obtegit, emanante.

I. Pruina hæc majori copia plantis viventibus, quam inanimis corporibus adhæret; ſive quod plantæ ex ipſa organica ſtructura magnam aeris quantitatem ebibant, vaporum non item illi admixtorum, quique propterea foliis, & ramis inſiſtunt: ſive quod plantæ tranſpirantes, & propriorum ſuccorum circulatione humores ad extima propellant, qui in ipſis pororum orificiis frigore in gelu concreſcant. Quare pruina, qua aliquando plantæ obteguntur, magna ex parte ab earum ſuccis genita habenda eſt.

II. Pari modo pruina, quæ peregrinantium capillis, & equorum crinibus adhæret, maxima ex parte ab humoribus ab animali corpore emanantibus orta videtur, qui per tenuiſſimos canales, quibus capilli, & crines pertuſi ſunt, emergant; præſertim quum capillorum, & crinium extrema ab animalis caloris ſede diſtent; quo fit, ut facilius frigoris externi vim experiantur.

III. Pruina feneſtris adhærens, & in elegantes ramuſculos conformata paſſim non ab exter-

na, ſed ab interna humiditate gignitur. Quum major ſit conclavis interior calor, quam exterior; materia ignea, ut ad æquilibrium componatur continenter per poros vitri liberum illi exitum concedentes effugit. In fuga ſecum aqueos vapores abripit, qui per vitri poros exire quum nequeant, per quos moleculæ igneæ elabuntur, quibus adhærebant, ibi ſiſtunt, ac congeruntur. Vitrum externo frigore rigens vapores hos in glaciem vertit eo ordine, quo adveniunt, & quo juxta propriæ affinitatis leges diſponuntur: hinc orta hæc pruina, & rami, quibus intima vitrorum ſuperficies quibuſdam temporibus obtegitur.

Si quis non ab intima, ſed ab extima humiditate pruinam hanc ortam ſuſpicaretur, facile oppoſitum verum dignoſcet. Si enim conclavis feneſtra vitrea duplex ſit, pruina in intima feneſtra apparebit, ad quam primo conclavis humiditas defertur, & ad quam ſiſtitur, non vero in extima, quæ prius pruina obtegi deberet, ſi humiditas, a qua gignitur, extrinſecus adveniret. Vel eidem feneſtræ vitra duo, alterum interius, alterum exterius agglutina. Pruina interiori interioris vitri ſuperficiei paſſim adhærebit; niſi ſi forte majus aliquando interius frigus ſit; tunc enim externæ externi vitri, nunquam internæ ſuperficiei, pruina adhærebit.

Pluvia.

793. DESCRIPTIO. *Pluvia* eſt aqua ſimplex, fluida, inodora, inſipida, achromatica, in ſenſibiles guttas ab athmoſphæra decidens, ad quam in vapores, ſeu in minimas partes a naturali diſtillatione attenuata aſcenderat.

I. Vapores, ſive moleculæ aqueæ, quas terræ calor, & aeris actio in athmoſphæram extulerant, per illam in minimas, & ſolitarias particulas diviſæ diſperguntur; & diverſis ſtra-

tis

tis aereis ad varias a terra diſtantias æquilibrantur. Moleculæ hæ aqueæ juxta leges æquilibrii hydroſtatici in aeris regione ſuſtinentur donec ibi ſolitariæ, & diſperſæ ſunt; ſive quod inferiora aeris ſtrata illis ſint ſpecifice graviora; ſive quod iſta, per quæ illæ diſperſæ ſunt, tanta affinitate cum illis, & vi attractiva polleant, ut earum gravitatem vincere valeant.

II. Vapores hi, moleculæ hæ aqueæ ita exaltatæ, & per athmoſphæram diſperſæ duabus cauſis in pluviam verti poſſunt; *ventorum actione* nubes comprimentium: *frigoris actione* aerem condenſantis.

Quum nubes duæ directionibus oppoſitis ſimul confligunt, patet, illas comprimi debere. Tunc moleculæ aqueæ antea per aerem ſolitariæ, & diſperſæ neceſſario invicem accedunt; naturali affinitate ſeſe attrahunt (97); conjunctæ in ſenſibiles guttas convertuntur magnitudine diverſas, quæ quum aerem, in quo ſunt, ſpecifice graviores ſint, gravitatis exceſſu fluidi hujus ima petunt.

Idem etiam vento non flante contingere debet, quum athmoſphæra antea calore dilatata frigore condenſatur. Aeris condenſatio mutuum molecularum aquearum per ipſum diſperſarum acceſſum neceſſario parit. Hinc mutuo invicem attrahuntur, in ampliores guttas colliguntur; unde earum lapſus in pluviam.

III. Quum aeris compreſſio, aut condenſatio lente, & paulatim fit, pluviæ guttæ minimæ ſunt. Quum hæc compreſſio ſtatim, ac violenter fit, pluvia cadit ingentibus guttis, ac magna celeritate. In primo caſu pluviæ guttæ cadere incipiunt antequam in magnam maſſam colligantur aptam aeris reſiſtentiam facile ſuperare; in altero moleculæ aqueæ cito ſimul collectæ in grandes guttas coaleſcunt antequam in infimam aeris regionem adveniant, quo a magno propriæ gravitatis ſupra aerem exceſſu motu

tu accelerato feruntur. Aliquando tenuis pluvia a nube parum alta cadit, pluvia grandioribus guttis a nube admodum elata.

Nix, & grando.

794. DESCRIPTIO. Nix eſt tenuis pluvia gelu concreta dum cadit: grando eſt pluvia grandioribus guttis æque gelu concreta. Nix, & grando ſunt tantum aqua in aere in glaciem verſa. Ambo origine, formatione, conſtitutivis ſimiles, maſſa tantum, & condenſatione diverſæ ſunt.

EXPLICATIO. I. Experientia conſtat, naturalem calorem eo minorem alicubi eſſe, ceteris paribus, quo locus ſupra maris ſuperficiem magis attollitur; & eo frigidiorem aeris temperiem in montibus eſſe, quo magis ad verticem accedimus, quæcumque phænomeni cauſa ſit, quod alibi explicare nitemur. Facile ergo intelligimus, rigidum frigus in quibuſdam ſuperioribus athmoſphæræ ſtratis ingruere poſſe, dum nos in terræ ſuperficie ingentem calorem experimur.

II. Experientia quoque conſtat, calorem poſſe aliqua ratione congelationem accelerare, ſpiritus frigorificos magna in copia ad liquidum cangelandum exaltando. (615)

III. Ex hac theoria, ſive ex duplici hoc experimento facile *formatio nivis* explicatur. Exempli cauſa, moleculæ aqueæ in tenuiſſimam pluviam converſæ facile dum labuntur in glaciem verti poſſunt a frigore in ſtratis aereis, per quæ tranſeunt, rigente. In lento earum lapſu minimæ hæ gelidæ particulæ ſibi invicem accedunt, colliduntur, irregulariter mutuo adhærent affinitate: hinc flocci nivis]. Perraro æſtate ningit; raro enim ea tempeſtate athmoſphæra ita riget, ut aquam congelare poſſit. Nunquam in zona torrida, & in regionibus nonnullis zona-

narum temperatarum prope tropicos eadem ratione ningit. Hyeme ſæpius ningit; tunc enim ſæpius athmoſphæra tanto frigore riget, quanto ad gelu formandum opus eſt.

IV. Ex iiſdem principiis procedit *formatio grandinis*, aliquo tamen diſcrimine, cujus rationem reddere arduum admodum non eſt. Die fervidiſſimo, quo terra calens magnam ſpirituum frigorificorum copiam exhalat, & cacabi vices gerit, de quo egimus quum de glacie artificiali diſſereremus (614); nubes parum elata ſubito compreſſa, aut condenſata vapores ſuos in grandes pluviæ guttas convertat; hæ per aerea ſtrata tranſeuntes magno frigore rigentia ab ingenti frigorificarum exhalationum copia exorto, breviſſime in glaciem concreſcent. Maſſulæ hæ gelidæ labentes aliæ aliis illiduntur, invicem adhærent, ſæpius in ingentes glaciei maſſas coacervantur. Vidimus nos Veſuntione ſex aut ſeptem ante annos grandinem, cujus globi erant diametro duorum pollicum, & ultra: plerique hiſtorici fide digni grandinem cecidiſſe narrant, cujus maſſæ ſupra libram, imo nonnullæ ſex, & octo libras pendebant.

Perraro hyeme grandinat. Difficile enim hac ſemper rigida tempeſtate fit magna, & ſubita condenſatio orta ex celeri a magno calore ad magnum frigus tranſitu. Sæpius diu, quam noctu grandinat; calor quippe diurnus majorem paſſim ſpirituum frigorificorum copiam attollit, a quibus in proximis nubibus pluviæ congelatio acceleratur. (615)

Phyſici, & naturæ ſtudioſi obſervarunt, grandinem, & pluviam in ſummos montes cadentem tenuiorem eſſe, ceteris paribus, quam quæ in imas valles labitur. Hoc dicta confirmat; pluviæ guttas ſcilicet, & grandinis maſſas in lapſu augeri pluribus guttis, pluribuſque maſſis in unam coaleſcentibus. Quum præter modum ingentes ſunt grandinis maſſæ, tunc nubes, unde

ca-

cadunt, & elatior eſſe debuit, & promptius condenſata; & venti furentes, & in turbinem acti lapſum retardare, & guttarum gelidarum mutuam adhæſionem juvare debuerunt.

795. NOTA. Nix terram fovet, & fœcundat; ſive in illam ſimul cum aqua plures ſubſtantias vegetabiles deferendo ab ipſa exaltatas; ſive plantas hyeme a noxiis glaciei concretæ, & ſolutæ viciſſitudinibus protegendo; ſive terræ poros obſtruendo, & ſuccis vegetantibus exitum interdicendo, qui hyeme avolarent, quique hac tempeſtate ibi collecti, atque purgati, majori in copia tempeſtate magis opportuna emergunt.

In Alpibus *lacinam* vocant ingentem nivis maſſam, quæ in globum colligitur a ſummis montibus rotando. Lapſus hic a globulo nivis incipiens in immanem maſſam aliquando creſcit, quæ ſumma velocitate per montium clivos ruens ſilvas evellit, tuguria, & pagos obruit, & quidquid ipſi objicitur aut aſportat, aut proterit.

Diluvium.

796. DESCRIPTIO. *Diluvium* eſt vaſta nubes, quæ a vehementibus, & oppoſitis ventis compreſſa veluti momento temporis in aquæ diluvium ſolvitur, & torrentum inſtar in regionem aliquam ab athmoſphæra dilabitur. Ejus in terras lapſus agros vaſtat, domoſque diruit; in mare, ubi frequentius eſt, naves obruit, & mergit.

EXPLICATIO. I. Sit in athmoſphæra denſa nubes duas, aut tres leucas lata. Venti duo paralleli, & oppoſiti (puta auſter, & boreas) ſimul vehementer perflent in nubem eorum directioni interjectam: quid inde fiet? nubes celeriter comprimetur, brevi in anguſtum ſpatium denſabitur, in conum, aut cylindrum turbineum

neum conformabitur ; undequaque aquæ diluvium ejiciet ex vaporibus ſuis antea diffuſis, nunc in unum collectis: atque hoc diluvium labens fluminis lapſum imitabitur, quod vorticoſo, & accelerato motu in exiguum terræ, aut maris ſpatium e nubibus rueret.

Si nubes hæc illico magno frigore corripiatur a cylindro, aut a turbineo ejus cono undequaque horrida grando dilabetur. Si nubes hæc ſulphureis, bitumineis, nitroſis, inflammabilibus exhalationibus redundet, cum grandine fulgura & flumina jaculabitur.

II. Si nubes hæc non a ventis parallelis, & oppoſitis duobus, ſed a pluribus a quovis horizontis puncto perflantibus ſubito comprimeretur, quid adhuc contingeret? Nubes ſubito compreſſa, & ad exiguum ſpatium adducta æque in fluminis ſpeciem converteretur, quod ab athmoſphæra dilabens motu accelerato, ſubiectas terras obrueret, atque vaſtaret.

Pagus Seillacus dictus in ſuperiore Delphinatu ad præcelſi montis radices ſitus a ſimili phænomeno obrutus, ac dirutus fuit anno 1759. Nubes ipſi imminens a ventis preſſa, & a proximo montium tractu detenta illico in torrentes verſa eſt, qui e cælo lapſi ejus domos diruit, & glaream plures pedes altam ejus agris induxit, qui ad hunc uſque diem ſteriles effecti ſunt.

Quum in mari dirum hoc meteorum nautis imminet, mos eſt majora tormenta ſæpius explodere. Aeris agitatio nubem concutit, ejus partes dividit, directionem immutat, ſæpius illam diſſipat, aut non ita facile conſtipari ſinit.

Typhon.

791. DESCRIPTIO. *Typhon* eſt ingens vortex aquæ rarefactæ, quæ e mari in athmoſphæram attollitur modo inſtar columnæ, modo coni

ni inverſi ; quæque ſubinde illinc fluminis aut torrentis in modum ruit. Aliqui viſi ſunt, qui ad octoginta, imo ad centum hexapedas attollebantur, & totidem, quin & plures hexapedas lati erant. Nautæ, ut periculoſum hoc phænomenon evitent, tormenta explodunt, ut in diluvio.

Promontorium bonæ ſpei & procellis, & ſingulari nube, quæ eas parit, aut comitatur infame eſt. Nubes hæc, primo maculæ rotundæ inſtar in cælo apparet, horrendi phænomeni exordium eſt, typhonis ſcilicet, qui in malacia natus extemplo mare perturbat, & dira procella furens efficit. In magnis lacubus typhones aliquando viſi ſunt : in lacu Lemano duo apparuerunt, alter anno 1741, alter anno 1742 : hexapedas ferme duodeviginti alti, & lati erant.

EXPLICATIO. Typhon paſſim a ſubterraneis ignibus, ſulphureis, & bitumineis materiis oriri videtur, quæ ſucceſſive in immanibus cavernis infra mare, aut lacus fermenteſcant, & ſuccendantur. Ignes hi ſubterranei aquas calefaciunt, eas in denſos vapores celeriter attollunt eo modo, quo fornax aquam in cacabo illi impoſitam in vapores attollit, & diſſipat. Aqua in vapores verſa vorticibus in athmoſphæram aſſurgit, quumque temporis ſatis illi non concedatur, ut late diſpergi poſſit, ſupra evaporationis locum conſtipatur, donec denſitate moleculæ in unicam maſſam coeant, quæ tunc proprio pondere ruit, & quidquid ſubeſt obruit.

I. Quum aqua in vapores verſa ſpatium occupat 14000 majus, quam quum liqueſcit, & aeris volumen loco propellat novo ſuo volumini æquale (731); patet, typhonem celeriter ſupra vaſtam regionem coaleſcentem vehementer proximum aerem comprimere debere, illumque cogere, ut undequaque circa conum ſuum, aut cylindrum refluat. Hinc apparens aeris æque undequaque preſſi tranquillitas dum typhon efformatur.

At

At vero quum typhon lapſu diſpergitur, qua horrenda ſuccuſſione aer circa illum ad magnam diſtantiam compreſſus, & condenſatus concurret, & ſæpius collidetur in vacuo a typhone relicto! Hinc diræ procellæ, quæ typhonis lapſum comitantur.

II. De ignibus ſubterraneis, a quibus primitus typhonem repetimus, nullo modo videtur dubitandum. Dum enim typhon efformatur mare vehementer ebullit, & athmoſphæra ſulphureis exhalationibus redundat, quæ ſenſu percipiuntur. Ignibus his ſubterraneis hybernus maris Sinenſis tepor tribuendus eſt, in quo typhones hi frequentiſſimi ſunt præſertim Malacam inter & Japoniam; unde in illo mari periculoſa admodum navigatio eſt. (500, 513 III.)

798. NOTA, Typhones alias alibi cauſas habere poſſunt. Viſi fuerunt typhones ſtagni aquas ad nubes attollere ubi nulla de ſubterraneis ignibus ſuſpicio eſſe poterat: *cujuſmodi typhon in Bavaria anno 1755 viſus fuit. Horrendum tonitru integram nubem depreſſit, quæ illico in vorticoſum cylindrum aſſurrexit. Vortex hic ſupra exiguum ſtagnum tranſiens totam ejus aquam exhauſit, quam deinde in minimas partes diviſam ad fumi ſimilitudinem diſperſit.

EXPLICATIO. Violentus vortex tum ſpiralem, tum circularem motum habere poteſt. Supponamus itaque aereum verticem, cujus directio cochleam Archimedis imitetur, horizonti perpendicularem, aut obliquum. (*fig.* 2.)

I. Vortex iſte ſtagno, aut lacui A imminens & ſumma velocitate motus directione A B C D E N perpetuo ſubjectam aquam in minimas guttas diſſipare, ac dividere debet. Guttæ hæ in turbine ita diſperſæ vim motricem, qua aſportantur, ſequi debent: hujus directio ſpiralis eſt A B C D E N; debet ergo aqua vortice perſeverante, perpetuo a ſtagno A, ad nubem N inſenſibilibus guttis attolli.

II.

II. Si vortex hic celerrimus ſit, maximeque condenſatus, vi ea pollere poteſt, qua cum ſtagni aqua limum quoque, arenas, plantarum ſemina, piſciculorum ova, aliaque innumera ſimilia corpora aquis immixta attollat. Sæpius & nos videmus exiguos pulveris, & arenæ vortices a ſolo in aerem attolli; quare eadem cauſa aquæ particulas, & omne genus corpora admixta attollere nequeat, quæ, ut pulvis, & arena, vorticoſi venti directionem ſequantur?

Prope Ardebilam in Perſide typho quotidie in meridie menſibus Junii, & Julii ingentem arenæ copiam per horam ferme attollere pergit. Ponamus, in hac regione ingens eſſe aquæ ſtagnum A: tunc arenæ loco aquæ vortex, corporumque illi admixtorum attolletur. Erit hic typhon, quem explicamus, & cujus explicatio innumeris ſimilibus phænomenis aptari poteſt.

Pluvia portentoſa.

799. OBSERVATIO. Hiſtoriæ nonnullas ſingulares pluvias memorant, quas inter aniles fabulas facile recenſeas; cujuſmodi ſunt ſanguinis, cinerum, ranarum, locuſtarum, aliorumque inſectorum, tum argenteæ pluviæ, aliæque hujuſmodi. An phænomena hæc naturæ vires excedunt? Quum vero ab hiſtoricis ceteroqui fide dignis narrentur, fides illis deneganda eſt, quod aut ἀδύνατα, aut abſurda ſint? Qua ratione phænomena hæc dari poſſint, & credi, quum a gravibus auctoribus referuntur, explicabimus.

Pluvia ranarum, piſcium, inſectorum.

800. EXPLICATIO. Vehemens typhon ſtagni, aut paludis aquas ad nubes uſque evehere poteſt, & cum his aquis ranarum, piſciculorum, inſectorum ova. (798)

Violentum fulmen, aut ventus validus typho-

phonem, & ſuperjectam nubem diſſipet, & alio
aſportet: regio, in quam nubes iſta cadet, pluviam habebit ranarum, piſciculorum, inſectorum ſive quæ ex ovis in ipſa nube eruperint, ſive quæ poſt lapſum in terras cito erumpent.

Pluvia locuſtarum.

801. EXPLICATIO. Pluries in Ægypto, in Polonia, in Germania, in Provincia locuſtarum legiones viſæ ſunt a ventis delatæ repente in agros irruere, eoſque omnino voracitate vaſtare, & corruptione inficere.

Certum eſt, hæc inſecta poſtquam regionem aliquam populata fuerint, fame impulſa, & macie levia alte evolare; & valido vento propellente in aliam regionem immenſo veluti examine transferri. Hoc examen a vehementi pluvia deiiciatur. Erit hæc pluvia locuſtarum.

Pluvia ſanguinis.

802. EXPLICATIO. I. Poſt cruentam pugnam quum campus cadaveribus conſitus eſt, & ſanguine exundans violentus turbo aut fortuito exurgens, aut a fermentatione, & corruptione productus ſanguinem hunc in athmoſphæram attollere poteſt, ut ſtagni aquam attollit (798). Sanguis hic ſupra typhonem ſanguineam nubem efficiat; quæ ſi prope in pluviam ſolvatur veri ſanguinis pluviam dabit. In hiſtoria Romana legimus poſt Cannenſem pugnam ſanguine pluiſſe. Si verum hoc non eſt, eſſe tamen potuit.

II. A quibuſdam fodinis ſubterranei ignis actione plurimæ in athmoſphæram aſſurgant exhalationes cinnabaris, minii, aliorumque corporum, quæ apta ſint aquas rubro colore tingere. Exhalationes hæ ab aliquo turbine delatæ illis ſimili, qui typhones efficiunt, nubem tingent, quæ in pluviam ſoluta ſanguinis pluviam colore referet.

Plu-

Pluvia lactis, argenti, cineris.

803. EXPLICATIO. Ingens copia exhalationum ceruſſæ, calcis, aliorumque corporum aptorum aquam lacteo colore tingere a quibuſdam fodinis erumpant, & ab aliquo typhone in nubem pluviam attollantur (798). Pluvia hæc tenui hoc pulvere infecta albeſcet; & ratione coloris pluvia lactis nuncupabitur.

II. Referunt, imperante Alexandro Severo miram pluviam cecidiſſe, quæ nummos cupreos argenteo colore tinxit, qui in plures dies perſeveravit. Si eventus vere contingit, ejus veroſimiliter cauſa fuit ingens eruptio ex quibuſdam ſubſtantiis aptis aquæ commiſceri, cupro adhærere, & illi argentei coloris ſtratum obducere.

III. Vulcani eruptio, urbis, aut ſilvæ incendium immenſam cineris copiam in aerem proiicit, quam ventus vehemens multo procul avehere poteſt. Pluvia huic commixa dicetur pluvia cineris.

§. II.

METEORA LUCIDA.

IRis, parelium, paraſelene, halones meteora lucida ſunt, quæ explicare aggredimur. Ad calcem ſequentis paragraphi expendemus, num aurora borealis inter meteora ignea, an inter lucida tantum ſit recenſenda.

Hic lectorem monitum volumus, meteororum lucidorum theoriam a toto ferme tractatu de luce neceſſario pendere, neque nos huc veluti præmature theoriam hanc inſerere, niſi, ut ne mutilum tractatum meteorologium tradamus. Qui, in iis, quæ ad lucis naturam ſpectant, ad colo-

colorum diverſitatem, ad variam ejus refrangibilitatem, ad reflexionis, & refractionis leges, ad modum, quo viſio rerum, & colorum fit intra, atque extra oculum, nondum ſatis verſati ſunt, ab hoc paragrapho abſtineant donec quæ tribus primis ſectionibus ſequentis tractatus traduntur non didicerint. Paragraphus hic ad calcem dioptricæ locandus eſſet.

Iris.

804. DESCRIPTIO. Iris elegans illud meteoron eſt arcus verſicoloris forma, quod ſæpius cælo pluvio in athmoſphæra apparet, quum a ſole minus gradibus 42 ſupra horizontem elevato averſi nubem conſpicimus ſeſe in tenuem pluviam ſolventem, & ſoli adverſam. Fere ſemper duo ſimul arcus apparent paralleli, & concentrici, interior unus, atque vividior, exterior alter, atque languidior. (*fig.* 4.)

I. In *Interiore arcu* VKC colores in ſtrata concentrica hoc ordine ſunt diſtributi. Ruber ſuperius ſtratum occupat, flavus, & viridis ſtrata media, violaceus infimum.

II. In *arcu exteriore* NXY colores æque in ſtrata concentrica, at ordine omnino oppoſito diſtributi ſunt; ruber infimus eſt, viridis, & flavus medii, violaceus ſupremus.

Phænomeni hujus cauſa toti antiquitati ignota non niſi a ſæculo, & dimidio innoteſcere cœpit. Antonius de Dominis Archiepiſcopus Spalatenſis primus hoc naturæ miraculum ex lucis in aqueis guttis refractione explicavit. Carteſius ejus theoriam amplexus aliqua ratione perfecit. Neutonus illam omnibus numeris abſolutam, atque perfectam tradidit præclaris inventis ſuis de coloribus, & radiorum refrangibilitate. Bina proponimus experimenta, quibus naturæ opus imitamur in binis iis arcubus verſico-

ſicoloribus, quibus invicem diſtinguuntur, efficiendis. (*fig.* 1.)

805. EXPERIMENTUM I. Sit A A globus vitreus, cavus, & valde tenuis nitida aqua plenus, ad quandam altitudinem, quæ augeri poſſit, & minui ſuſpenſus, & radio ſolis per exiguum foramen S ex feneſtra admiſſo expoſitus in conclavi ceterum luci impervio. Obſervator a ſole averſus ſtatuatur in R V inter feneſtram, & globum ea diſtantia, & altitudine, ut radii a globo ad oculum redeuntes cum radiis a ſole ad globum venientibus angulos faciant modo S F R minores gradibus 42, 2′, modo M N V majores gradibus 50, $\frac{1}{2}$. (*fig.* 1.)

I. Si angulus S F R eſt 42°, 2′, oculus ſpectatoris in R ſitus rubrum colorem vividum videt in directione R *x r*: eſt hic color ruber iridis internæ, ſeu præcipuæ.

II. Si oculus attollitur V verſus, ſive ſi globus A A leniter deſcendit, ut angulum S F V minorem, ac minorem efficiat, donec ſit tantum 40°, 17′; omnes reliqui colores priſmatici ſucceſſive videntur. Oculus in I videt flavum in directione I *x i* infra rubrum; oculus in V videt violaceum cæruleo commixtum in directione V *x v* infra ceteros colores omnes: eſt hæc iris interna, ſeu præcipua.

Si poſſet oculus omnes ſimul radios admittere a globo A A provenientes, omnes hos colores unico intuitu videret. Eos in iride omnes ſimul videt, propterea quia omnes ſimul a diverſis minimis globulis, & ad diverſam altitudinem poſitis refringuntur.

806. EXPERIMENTUM II. Si idem globus attollatur in B B, & radius ſolaris M *ſ* cadat in inferiorem globi partem, radius hic M *ſ* refringitur ab *ſ* in *d*; reflectitur a *d* in *e*: adhuc reflectitur ab *e* in *g*, & tandem refringitur a *g* in V, I, R. (*fig.* 1.)

I. Oculus in R ſitus, poſito angulo M N R

50°,

50°, 57', videt colorem rubrum in directione R g r; eſt hic ruber color iridis externæ languidior illo iridis internæ.

II. Oculus in V ſitus, poſito angulo MNV 54° ; 4', violaceum cæruleo commixtum videt in directione V g v: eſt hic violaceus color iridis externæ languidior illo iridis internæ.

III. Oculus ſucceſſive inter R, & V conſtitutus ceteros colores priſmaticos ſucceſſive percipit magis, minuſque diſtinctos, & a radiis magis minuſque refractis productos. Flavum videt in *i*.

807. EXPLICATIO. I. Lux ſeptem primigeniis radiis conſtat: hi natura heterogenei invicem refrangibilitate differunt (866). Radius ruber minus ceteris, violaceus magis refrangibilis eſt. Itaque radii hi ab aere in globum, & a globo in aerem tranſeuntes eadem obliquitate debent ſinguli diverſam refractionem ſubire diverſæ eorum refrangibilitati proportionalem, qua in ſuas claſſes rubras, virides, flavas, cæruleas &c. ſeparentur.

II. Lucis ſolaris faſciculus *Sſ*, vel *Mm* conſtat radiis ſpeciei cujuſque rubris, viridibus, flavis, cæruleis, croceis, omnibus ad ſenſum parallelis; quare oblique in globum A A, vel BB incidentes inæqualiter pro eorum diverſa refrangibilitate refringi debent. Radii rubri omnium minime refrangibiles, ſolitarii in punctum R colligentur; violacei omnium maxime refrangibiles, ſolitarii in aliud punctum V colligentur: flavi, & virides primis magis, poſtremis minus refrangibiles, inter hos, atque illos ſinguli ſeorſim in I colligentur.

III. In inferiori globo A A pars radii ſolaris *Sſ* extra globum in aere reflectitur ad punctum *ſ*; altera pars globum ingreſſa refringitur ad perpendicularem *ſC*, & directionem *ſt* ſequitur. Ad punctum *t* pars radii refracti *ſt* extra globum elabitur in aerem; altera pars reflectitur directione *t x* angulum reflexionis faciens

angulo incidentiæ æqualem in globi ſuperficie *t*. Ad punctum *x* pars radii reflexi *t x* intra globum reflectitur; altera pars a globo in aerem tranſit, & refringitur a perpendiculari *x p* recedens: pars hæc radii *t x* in aerem tranſiens dividitur, & radiis inæqualiter refractis fertur ad puncta R, I, V.

Pari modo in ſuperiori globo BB pars radii ſolaris M*ſ* in aera reflectitur in *ſ*; altera pars in *ſ d* refringitur. Ad punctum *d* pars radii *ſ d* extra globum in aerem erumpit: altera pars a ſuperficie globi reflectitur a *d* in *e*. Ad punctum *e* pars radii *d e* adhuc extra globum emergit; altera pars reflectitur in *g*. Ad punctum *g* pars radii *e g* reflectitur, & per globi cavitatem diſpergitur: altera pars a globo in aerem tranſit, & ad V, I, R refringitur a perpendiculari *g p* recedens.

IV. Colores *v*, *i*, *r* globi inferioris viridiores ſunt, quam ſuperioris; radius quippe M*ſ* plures reflexiones ſubit, & longiorem refractionem, quam radius S*ſ*; primus ergo magis altero extenuatur. Idem in guttis pluviis in athmoſphæra contingit: aer ambiens in guttis globoſis vitri vices gerit in globis A A, B B.

808. APPLICATIO. Facile ex allatis experimentis nitida iridis explicatio deducitur: tantum aquæ guttas a nube ſoli adverſa delapſas duobus globis A A, B B ſatis eſt comparare.

Ponamus itaque (*fig.* 4), athmoſphæram N X Y Z repleri guttis pluviis ad ſenſum ſphæricis: ſpectatorem eſſe in O a ſole averſum; & a centro ſolis poſt ſpectatorem duci rectam G O F per oculum tranſeuntem, & parallelam radiis lucis A B, P M, D, E, R S in guttas incidentibus.

I. Radius D E refringitur in E K; reflectitur a K in *n*; & poſtquam in primigenios ſuos colores diviſus fuerit, ejus pars minus refrangibilis, ſeu ſpecies rubra ad oculum in O fertur ſub angu-

angulo FO*n* graduum 42, 2′. Oculus videt colorem rubrum in K, ut in primo experimento. Ceteri colores magis refrangibiles, magiſque refracti *nm* ſupra oculum feruntur; nec illum intrant.

Radius RS refringitur in ST: reflectitur a T in Q; & deinde a gutta emergens in primigenios ſuos colores dividitur, quorum magis refrangibiles pergunt in O ſub angulo FOQ graduum 40, 17′. Videt oculus colorem violaceum aliquantum cæruleo admixtum in Q, ut in primo experimento. Ceteri colores minus refrangibiles, minuſque refracti Q*m* infra oculum cadunt, nec illum afficiunt.

Jam vero ex his oculus videt extremos iridis internæ, ſeu præcipuæ VKC, colores. Guttæ inter K, & T ſitæ oculo O ceteros internæ hujus iridis intermedios colores obiicient.

II. Radius PT in *tv* refractus, in *vx*, & in *xM* reflexus, ad punctum M in ſuos colores dividitur; ex his ruber omnium minime refrangibilis pergit in oculo rubri ſenſationem excitare in M ſub angulo FOM graduum 50, 57′ ut in ſecundo experimento. Ceteri colores magis refrangibiles, magiſque refracti M*m* infra oculum abeunt.

Radius A*r* bis refractus, bis reflexus, ut præcedens, ſuis moleculis magis ceteris refrangibilibus violaceum cæruleo admixtum colorem exhibentibus in oculum O fertur ſub angulo FOB graduum 54,4′, ut in ſecundo experimento. Ceteri colores minus refrangibiles, minuſque refracti B*m* ſupra oculum cadunt, nec illum afficiunt.

Hac ratione duos jam colores iridis ſuperioris extremos oculus percipit. Guttæ aliæ guttis B, & M interjacentes ceteros hujus iridis intermedios colores exhibebunt.

III. Guttæ quatuor B, M, E, S, de quibus hactenus, non niſi quatuor iridis puncta oculo

 exhi-

exhibent. Ut illico percipiamus qua ratione oculus integrum cujuſque coloris arcum videat, ponamus lineas O T, OK, O M, O B, quæ in O ad rectam O F concurrunt, circa ipſam O F veluti circa axem converti: ipſæ ſuperficies conicas deſcribent, quarum baſes N B Y, V K C erunt circulares, & quarum axis communis eſt recta O F a centro ſolis in ſpectatoris oculum ducta, & ulterius indefinite producta.

Quum color ruber K internæ iridis, exempli gratia, undequaque ad oculum veniat ſub angulo graduum 42, 2′; oculus O colorem percipiet, & referet in K, in V, in C; tria hæc puncta ſiquidem ſingula angulum efficiunt graduum 42, 2′ cum radio D E, vel O F.

Pari modo quum color violaceus B ſuperioris iridis ad oculum undequaque adveniat ſub angulo graduum 54, 4′; oculus O hunc ſuperioris iridis colorem percipiet, & referet in B, in Y, in N; tria enim hæc puncta ſingula ſunt ad angulos graduum 54, 4′ effectos a radio a ſole ad guttam, & ab hac ad oculum veniente; ut in ſecundo experimento monuimus. Idem dicas de ceteris utriuſque iridis coloribus.

*809. NOTA I. Etſi omnes nubis NXYZA guttæ æque ſolis radios reflectant, & refringant; oculus O non *aream*, ſed tantum *arcum* circuli colorati videre debet.

Ratio hujus eſt, quia colores refracti non niſi ſub definito angulo a guttis emergunt; exempli gratia, color ruber interioris iridis VKC a gutta K non emergit, niſi ſub angulo FOK graduum 42, 2′. Quare color ruber ab aliqua gutta in H, aut Z emergens ſub angulo 42°, 2′, ad oculum O deferri nequit. Nequit ergo oculus O videre in H, aut Z in area circuli colorem, a quo non afficitur, quum directionem extra oculum habeat.

Idem de ceteris coloribus dicas, qui omnes a gutta refringente emerſi directiones habent ſub de-

definitis angulis, quos faciunt cum radio direĉo A B, D E. Nullus horum colorum ab H, aut Z ad oculum O deferri poteſt; angulus enim ſuæ directionis ad punĉtum H, aut Z illum procul ab oculo O deducit.

810. NOTA II. Major, aut minor iridis portio apparet pro minori, aut majori ſolis ſupra horizontem elevatione.

I. Quum ſol in horizonte eſt, linea OF eſt horizontalis: infima pars Q iridis internæ apparet ſub angulo FOQ graduum 40, 17′ ſupra horizontem: iris tunc eſt ſemiperipheria.

II. Quum ſol 20 gradus ſupra horizontem elevatus eſt, linea OF 20 gradus infra horizontem deprimitur. Iridis punĉtum Q viginti gradibus horizonti propinquius apparet, quam antea. Oculus iridem videt non ſemicirculi, ſed ſegmenti circuli forma.

III. Quum ſol ultra 40 gradus ſupra horizontem elevatus eſt, linea OF ultra quadraginta gradus infra horizontem deprimitur. Iridis punĉtum Q infra horizontem eſt, nec amplius radios ad oculum in horizonte ſitum refleĉtit. Iris oculo non amplius viſibilis eſt.

IV. Si quum ſol infra horizontem eſt oculus ad 60 gradus ſupra horizontem elevatus eſſet, totam iridis peripheriam videre poſſet; tunc enim linea OF ſuperficiem conicam deſcribere poſſet, cujus baſis VKCV, vel NXYN undequaque a nube pluvia terminaretur. At quum paſſim oculus in horizonte ſit, arcum tantum videt modo majorem, modo minorem harum baſium conicarum ad nubem refringentem terminatarum.

V. Aliquando oculus non arcum VKC, ſed dimidium tantum, aut quadrantem, aut partem aliam quamcumque videt V K: ſola quippe nubis refringentis pars V K aĉtu in guttas ſolvitur a ſole illuſtratas.

811. NOTA III. Latitudo K Q iridis infe-

rioris, X M ſuperioris latitudine major eſt ferme gradu dimidio, quam a notis radiorum refrangibilitatis limitibus haberi deberet. Hic latitudinis exceſſus habetur ex ſolaris diſci amplitudine, quæ ferme dimidii gradus eſt. Radii ergo a ſuperiore, & inferiore hujus diſci parte procedentes poſt refractionem dimidio ferme gradu magis diſtare debent, quam ſi omnes ab aſtri centro procederent.

Neutonus iridis internæ K Q latitudinem definivit graduum 2, 15′; iridis externæ latitudinem X M graduum 3, 40′; diſtantiam M K duarum iridum graduum 8, 15′.

812. NOTA IV. Methodo admodum ſimplici iridem imitari poſſumus. Exempli gratia: fiat ſatis amplus fons vitreus A B plurimis conicis tubulis inſtructus, a quibus aqua in tenuiſſima filamenta erumpat, quæ in aere in minimas guttas diſpergentur (*Fig.* 7.).

Fons hic radiis ſolis objectus ad opportunam altitudinem, ſi inter ſolem, & fontem collocemur, & pullus pannus poſt fontem tendatur, iridem exhibebit in aquis erumpentibus B M N.

813. NOTA V. Iris aliquando noctu apparet: tunc hactenus explicatæ omnino ſimilis eſt: tantum in nocturna colores multo magis languescunt.

A lunæ luce phænomenon hoc oritur, quæ noctu in nube pluvia refringitur ſub iiſdem angulis, eademque ratione, qua ſolis lux per diem. In iride hactenus explicata lunæ lucem ſolis luci ubique ſubſtitue: explicatio utrique inſerviet.

On-

Parelium, & *paraſelene*. (*)

814. DESCRIPTIO. I. *Parelium* eſt imago ſolis in nube picta: hoc phænomenon ſæpe comitantur coronæ, aut halones iridi valde ſimiles. Aliquando duo, tres, quatuor ſoles in cælo viſi fuerunt ad varias inter ſe diſtantias, tamque ſimiles, ut verus ægre diſtingui poſſet.

I. *Parelium a ſola reflexione produci poteſt*; quum ſcilicet ſolis radii in pluviam nubem incidentes denſam, ac nigram, apteque ſoli expoſitam ab illa ut a ſpeculo, vel a ſtagno reflectuntur. Exempli cauſa (*Fig.* 6);

Oculo in B ſito ſol S videbitur in S per radium directum BRS; & in X per radium reflexum S T B. Imago ſolis in nube T eſt parelium.

II. Parelium paſſim a refractione producitur: tunc ſcilicet, quum nubes apte ſolis radios refringens illos ad oculum defert directione ab ea diverſa, quam a ſole venientes habent. Exempli gratia;

Sol S videbitur in S per radium directum R S, & in Z per radium refractum SVB.

Quum phænomenon in zonis frigidis frequentius, quam in temperatis contingat, & in torrida; plures phyſici, inter quos Neutonus, Hugenius, Muſchembroekius, cenſent, vapores congelatos in nube ſoli, & obſervatori interjecta ejus formationem potiſſimum operari.

805. *Paraſelene* eſt imago lunæ in nube picta.

(*) ETYMOLOGIA. *Parelium*; *a* παρα prope, & ηλιος, ſol. *Paraſelene*; *a* παρα, & σεληνη, *luna*. *Phænomenon prope ſolem*, & *prope lunam apparens*.

ſta. Aliquando plures lunæ, ut & ſoles, in cælo videntur. Phænomenon eadem ratione, qua præcedens, productum, a reflexione, aut refractione radiorum lucis in apta nube ortum habet.

Halones ſolares, & lunares.

816. DESCRIPTIO. Sol, & luna ſæpius coronis, ſeu halonibus circumdati apparent modo rubris, modo cæruleis, modo flavis, alioque colore. Phænomenon hoc oritur a vaporibus ſpectatori, & aſtro interjectis. Exempli gratia (*Fig.* 5.).

Sit ad altitudinem dimidiæ, aut unius leucæ ſupra terræ ſuperficiem ingens tenuiſſimorum vaporum ſtratum A B, per quorum centrum tranſeat recta S C R a ſole ad oculum ducta.

I. Radii S A, S B in circulare vaporum ſtratum ingreſſi refringuntur ad perpendicularem A C, & B C accedentes; & ab eo ſtrato exeunt a perpendiculari *m p* recedentes. Horum radiorum colores conſpicientur in *n*, & *t*, ubi coronæ, aut anuli ſpeciem circa ſolem, aut lunam S efficient.

II. Si ſtratum vaporum A B ab oculo R radios omnes refractos, & in priſmaticos colores diviſos amoveant, rubro dempto: halo A B, vel *a b* rubeus apparebit: cæruleus apparebit, ſi radii cærulei ſint illi tantum, qui poſt refractionem ad oculum feruntur.

III. Si nubes A B non jam peripheria, ſed circulus eſſet, aut ſphæra, quæ radios omnes ſolis, aut lunæ interciperet, exceptis flavis: diſcus ſolis, aut lunæ totus flavus appareret.

IV. Nubes rubræ, flavæ, cæruleæ colores hos priſmaticos obtinent a lucis illas penetrantis refractione. Si radii magis refrangibiles, & refracti tantum ad oculum perveniunt, nubes erit violacea; ſi minus refrangibiles tantum adve-

veniunt ad oculum, dum ceteri apt ſupra, aut infra, aut ad latera tranſeunt, nubes erit rubra. Eſt hæc ipſa iridis theoria.

§. III.

METEORA IGNEA.

817. OBSERVATIO. SÆpius in athmoſphæra materiæ apparent, quæ modo majori, modo minori vehementia ſuccenduntur, & formas induunt admodum varias. Veteres phyſici magis nomenclaturæ intenti, quam phyſicæ illis varia nomina indiderunt figuram magis, quam naturam ſignificantia. Hinc nomina *trabis, ſagittæ, dolii, globi ignei, capræ ſaltantis, ignis fatui, ſtellarum cadentium*. Oriuntur meteora hæc ab exhalationibus ſulphureis, nitroſis, oleoſis, bitumineis, phoſphoricis, aliiſque huiuſmodi, quæ a tribus telluris regnis eductæ ad varias athmoſphæræ altitudines attolluntur, ibique coacervantur, commiſcentur, fermenteſcunt, accenduntur, diſſipantur. Altitudinis, magnitudinis, figuræ, ſplendoris diverſitas aut a diverſa materiæ inflammabilis qualitate, & quantitate oritur, quæ pro principiis, quibus conſtat, plurimum natura, & maſſa varia eſſe poteſt; aut a diverſa athmoſphæræ qualitate, & denſitate, quæ pro ſua condenſatione, aut dilatatione, agitatione, aut quiete innumeras varietates parere poteſt in materiis heterogeneis illi admixtis, & ad varias altitudines per inæqualiter denſa, & gravia ſua ſtrata diſtributis.

I. Docet chemia, ſubſtantias eſſe, quæ ſejunctæ pacificæ ſunt: ſimul *commixta* fervent, & ſuccenduntur. Quare fortuitus quorundam corporum fermentationi aptorum in athmoſphæra concurſus eorum ſuccenſionem parere nequeat?

II. Experientia docemur, corpora quædam ſæpius *ſolo mutuo affrictu* incaleſcere, & ſuccendi. Quare exhalationes inflammabiles fortuito ſuccendi nequeant ex nubium conflictu, ex ventorum impulſu, a quibus ipſæ invicem collidantur?

III. A duplici hac cauſa exhalationum per athmoſphæram diffuſarum accenſio evidenter oriri poteſt, quæ mirum in modum diverſa apparere poteſt ex diverſa exhalationum natura, poſitione, & quantitate.

Hinc *ignes fatui*, qui conſiderari poſſunt veluti exigua ſtrata, aut ſeries materiæ bituminææ, aut phoſphoricæ, quæ in ſeriem diſpoſita ſucceſſive accendatur aut commixtione, aut affrictu.

Hinc *globi ignei*, *trabes*, *ſagitta ignea*, *ſtellæ cadentes*, aliaque innumera meteora ignea, quæ omnia exhalationes ſunt in infima aeris regione ſuccenſæ, quæque variis formis apparent pro varia earum poſitione, denſitate, extenſione, inflammabilitate, modo placide fermenteſcentes, & ardentes in aereis ſtratis, per quæ diſperſæ ſunt, modo tamquam rivuli ignei per athmoſphæram ſerpentes dum aliæ in alias inflammatione ruunt, aut invicem recedunt, & hac illac diſſipantur. *Fulmen* quoque igneum meteoron eſt; at peculiarem explicationem poſtulat.

Fulgur, fulmen, tonitru.

818. OBSERVATIO. Meteororum omnium tremendiſſimum omnium quoque maxime ignotum eſt. Si vel minimorum naturæ phænomenorum cognitio diligentiam tantam, atque ſagacitatem poſtulat; quomodo phænomenon æque terribile, & complicatum cognoſcamus, quod ictu oculi oritur, excidia parit, & evaneſcit; quod quidquid attingit abſumit, quidquid offendit evertit,

tit, neque aliud ſui veſtigium relinquit, niſi terrorem in animis, & ruinas in natura?

Fulgur dicitur lux illa vivida, & ſubita, quæ ex accenſa, & diſciſſa nube erumpit: *Fulmen* dicitur torrens ille materiæ accenſæ, ille ignis rivus, qui firmiſſima ædificia diruit, qui duriſſima corpora in calcem vertit, aut liquat, qui viventia, quæ tangit, enecat, aut comburit: *tonitru* dicitur horrendus ille fragor ignitionis, atque exploſionis materiæ hujus fulmineæ comes. Tria hæc phænomena ab una, eademque cauſa proficiſci videntur; at quænam hæc cauſa eſt? de hac phyſica hactenus tantum conjecturas protulit: nos philoſophorum ſyſtemata afferemus. Alterum recentius meteoron hoc repetit ab actione materiæ electricæ; alterum antiquius ab exhalationum a terra elatarum in athmoſphæram accenſione, & exploſione.

819. SYSTEMA I. Quæ a ſæculo de electricitate detecta ſunt tantam inter materiam electricam, & fulmineam analogiam oſtendunt, ut plerique phyſici per hos dies fulminis geneſim, & effectus electricæ materiæ tribuant. Materia electrica ubique diffuſa, ſua in agendo velocitate, ſua inflammabilitate, & ad alia corpora inflammanda activitate, corpora pervadendi, & in intimis atque extimis ferendi proprietate, his, inquam, omnibus cauſa phænomenorum fulminis eſſe ipſa videtur; & fulmen id in manibus naturæ eſſe, quod in noſtris electricitas. Recens hoc ſyſtema nobis multo magis antiquo probandum videtur; illudque in theoria electricitatis fuſius explicabimus (1098). Quum tamen vetus ſyſtema falſum non ſit demonſtratum, breviter illud exponemus.

820. SYSTEMA II. Juxta veteres fulmen (hoc nomine omnia meteori hujus phænomena, fulgur, fulmen ipſum, tonitu complectimur) gignitur a ſulphureis, nitroſis, bitumineis exhalationibus, quæ exaltatæ, & in infima aeris

regione accumulatæ ibi fermenteſcunt, & accenduntur: en *fulgur*; nubes violenta exploſione diſrumpunt: en *tonitru*; in globi, aut ignei torrentis formam mira velocitate ſerpunt, aut ruunt: en *fulmen*. In hoc ſyſtemate,

I. Fulgura habentur ſine fulmine, & tonitru: tunc ſcilicet, quum materia fulminea diſperſa, & parum in athmoſphæra condenſata libere, nullaque reſiſtentia ſuccenditur: pulveris pyrii ſemitæ ſimilis, qui in aperto aere accendatur.

II. Fulmina dantur, & tonitrua ſine fulgure; quum materia fulminea in nube fermenteſcens, & condenſata violenta exploſione inflammatur, & denſa nubes vetat fulguris lucem ad oculum pervenire.

III. Fulmen aliquando extimas corporis partes abſumit, intimis illæſis. Exempli gratia, crumenam comburit, auro, & argento in illa incluſo intacto. Veſtes adurit, quin hominem lædat. Hoc ideo contingit, inquiunt, quia exhalatio maxime rarefacta vim quidem habet ad corpora poris ſcatentia, & parum reſiſtentia dividenda; at non item ad denſiora, magiſque reſiſtentia corpora pervadenda, & dividenda.

IV. Fulmen, adhuc inquiunt, aliquando intimas corporum partes abſumit, extimis intactis; exempli gratia, intimam pomi pulpam exſiccat, atque comburit, nullo læſionis indicio in cortice relicto: intimas hominis partes omnes in cinerem vertit, pelle, & veſtibus intactis; enſem intacta vagina, nummos intacta crumena liquat. Hoc ideo contingit, inquiunt, quia exhalatio tenuiſſima, & vehementiſſima mira velocitate per extimarum partium poros magis copioſos tranſiens, magiſque apertos tamdiu in iis non moratur, ut illas lædere poſſit; contra vero intimæ partes denſiores, magiſque compactæ majorem illi reſiſtentiam obiiciunt, diutius ejus actioni ſubſunt, & totam ejus activitatem in

in illis dividendis, diſſolvendis, comburendis impendi ſinunt.

V. Theoria pulveris fulminantis, & pulveris pyrii explicationem roborare nituntur, qui pulveres, inquiunt, fulmen imitantur. Horum notionem trademus, ut lector de analogia inter horum pulverum, & fulminis phænomena judicium ferre ipſe poſſit.

Pulvis fulminans.

821. EXPERIMENTUM. Diligenter ſimul contere, & miſce tres nitri puri dracmas, duas ſalis tartari, & duas florum ſulphuris: pulverem hunc in cochleari ferreo carbonibus mediocriter accenſis impone.

Quo gradu pulvis incaleſcit rubeſcere videtur, tum ad oras nigricare: liqueſcit: paululum fumat: videtur ejus ſuperficies cæruleis flammis obtecta: illico horrendo fragore, quaſi tormenti bellici, diſſipatur.

EXPLICATIO. Tria hæc principia, nitrum, ſal tartari, flores ſulphuris, ſimul commixta ad hos effectus edendos ſimul concurrunt.

I. Coloris mutationes, vapor, flammula cærulea præcipue a ſulphure ſunt, quod promptius liquatur, & nitro, & ſale tartari citius ardet.

II. Sulphur ceteris prius fuſum reliquorum principiorum fuſionem juvat, & accelerat, quæ quum magis fixa, minuſque volatilia ſint magna ex parte illud diſſipari vetant, cohibent, illique junguntur.

III. Materia ignea, quæ in hac mixtione ſucceſſive accumulatur, quæque eo majorem vim expanſivam nanciſcitur, quo ejus actio diutius perſeverat, & exploſio diutius retardatur, ad eum tandem activitatis gradum adducitur, in quo illico tria ſimul principia hæc intime mixta, & conjuncta magno impetu ſuccendit, & diſſipat.

IV.

IV. Aer ambiens repente ab ingenti flammæ, & vaporis celerrimi volumine impulſus, & agitatus fragorem edit ictui, & tremori ſuis moleculis impreſſo proportionatum (753).

822. NOTA. Aurum, & ferrum æque *fulminantia* fiunt, quum aqua regia ſoluta, & valde ſaturo ſalis tartari, aut alius alkali volatilis lixivio præcipitata igni in ferreo cochleari, aut ſupra cultri laminam imponuntur. Adverte tamen, quum pulveris, aut auri fulminantis experimentum facis, ut aliquantum recedas, vapor enim accenſus, & materia conglomerata exiliens faciem, aut oculos lædere poſſet.

Pulvis pyrius.

823. EXPERIMENTUM. Sint nitri probe purgati partes 75, carbonis, ex levi ligno partes $15\frac{1}{2}$, ſuphuris perpurgati partes $9\frac{1}{2}$. Hæc omnia ſimul mixta in ligneo mortario piſtillo pariter ligneo duodecim continenter horis contundantur, identidem iſta aqua humectando: fiet maſſa quædam, quæ per iſta cribra trajecta, & artificio quodam dum per cribra tranſit diviſa in grana conformatur, craſſiora illa quidem pro majoribus tormentis, minuta magis in venatorum uſum: eſt hic pulvis pyrius ſæculo decimo quarto inventus, ignoto auctore.

EXPLICATIO. Experimentis chemicis conſtat, nitrum, aut ſulphur principium eſſe phlogiſtico maxime abundans, ſive maximam phlogiſtico affinitatem habens, cui facile commiſcetur, atque conjungitur.

I. Duobus modis nitrum, ſeu potius ejus acidum, quod præcipue pars ejus inflammabilis eſt, ſuccenditur: primus eſt, ſi illud corpori combuſtibili ardenti, & ab igne penetrato admoveas; puta carboni accenſo: alter eſt, ſi illud ipſum ad incandeſcentiam promoveas, & illi corpus

com-

combuſtibile, puta, carbonem extinctum admoveas. Duo hi tantum modi innoteſcunt ad nitri *detonationem* obtinendam; quod phænomenon tunc habetur, quum acidum nitroſum momento temporis accenditur, & decomponitur: hoc vero fit quum immediato contactu corporibus jungitur, quorum phlogiſticum motu igneo cietur, ſeu quum ipſum igneo motu cietur.

II. In intima nitri ſulphuri, & carboni mixtione partes nitri, & ſulphuris mirum in modum diviſæ, & attenuatæ eum obtinent immediatum contactum, eamque intimam conjunctionem, qua major illis comparari nequeat. Sulphuris phlogiſticum in mortariis ex piſtillorum vi nitro intime conjungitur; hoc vero phlogiſticum, quum maſſa diviſa eſt, & exſiccata ſtatum obtinet ignitioni vel aptiſſimum.

III. Si vel minima ſcintilla in hunc pulverem cadat, inflammabilis pars ſulphuris illico igneſcit: acidum nitroſum ita diſpoſitum eſt, ut ſupra ſecundo loco explicavimus, nempe ad ignitionem diſpoſitum, & corpori combuſtibili, carboni nempe conjunctum.

IV. Humani ingenii vires theoriam phænomeni detonationis ulterius extendere vix poterunt. Conjicere tantum poſſumus, miram aeris dilatationem in pulveris granis contenti, vaporem ex trium corporum mixtione productum ſimul cum materia ignea illam immenſam vim pulveri accenſo impertiri, quæ ſubitam ſuam exploſionem efficit: neque certior ulla miri hujus phænomeni ratio reddi poteſt.

824. APPLICATIO. Qui fulminis phænomena ex ſola athmoſphæricarum exhalationum ſuccenſione explicant, pulveris fulminantis, & pyrii mechanicam, & artificium in nubes transferunt. In hac hypotheſi,

I. Si exhalationes ſulphuris, nitri, ſalis tartari, aliæque hujuſmodi in nubibus commiſceantur, & fermenteſcant; ibi ſuccenſæ effectus

illis

illis ſimiles parere debent, quos a pulvere fulminante, & pyrio edi videmus. Hinc fulgur, fulmen, tonitru.

II. Si exhalationes tantum ſulphureæ maxime volatiles, & inflammabiles in nubibus accendantur, quin aliis magis fixis, & aptis aliquandiu ignitionem, & exploſionem retardare admixtæ ſint; fulgur tantum apparebit, ſive ignitio ſine materiæ fulminantis excurſione, ſæpius etiam ſine fragore, & tonitru.

III. Quum exhalatio fulminea ſubito ſucceſa e nube ſciſſa illico, & unica via erumpit, unicum tonitru habetur, quod tamen pluries iterari poteſt a nubium, aut montium reflexione, a quibus veluti totidem echo exhibentur. Quum exhalatio fulminea ſucceſſive in disjectis nubibus ſibi plures vias aperit, totidem tonitrua efficit, quot in nube ſciſſuras.

IV. Eadem ipſa nubes fulgur, fulmen, & tonitru ſæpius parit: varias enim materiæ inflammabilis congeries continet, quæ ſeorſim ſingulæ fermenteſcunt, & quæ ſucceſſive, & ſeorſim ad exploſionem deveniunt.

V. Si exhalatio fulminea, ſeu materiæ inflammabilis ſemita a terra ad nubes pergat, & in ſuperiori parte igneſcere incipiat, fulmen videbitur a nube in terram ſerpendo ruere. Contra vero ſi materia hæc inferius primum igneſcat, fulmen a terra ad nubes aſcendere videbitur: ita illud in Italia attolli Maſſa, & Leonius viderunt.

VI. Aliquando cælo omnino ſudo fulgura apparent, & tonitru exauditur: quum ſcilicet exigua habetur vaporum, magna vero in athmoſphæra prope terram exhalationum inflammabilium copia. Exhalationes hæ, inquiunt qui hanc hypotheſim tuentur, quam nos explicamus, at non admittimus, in athmoſphæra fermenteſcere, & ſuccendi poſſunt, & ea omnia efficere, quæ in nube vaporibus præcipue formata fieri videmus. *Au-*

Aurora borealis.

825. DESCRIPTIO. *Aurora borealis* eſt nubis ſpecies quædam diaphanæ, & lucidæ, quæ aliquando ad borealem cæli regionem apparet, ubi in noctis tenebris lucem exhibet vividam magis, magiſque variam, atque elegantem, quam quæ a matutina aurora, a qua nomen mutuata eſt, diffundatur. Putares aliquando, magno incendio regiones omnes corripi inter circulum polarem, & polum arcticum ſitas, & incendii fumum, & flammas ad magnam in athmoſphæra altitudinem elatas totam borealem plagam illuſtrare. (*fig.* 3)

Non ſemper eadem ſpecie aurora borealis apparet, neque idem ſemper ſpatium occupat. Ut plurimum ſegmenti circuli formam induit, in quo miræ varietates ſpectantur, quum modo in arcus concentricos verſicolores diviſa ſit, modo tæniis lucidis verticalibus, & parallelis diſtincta, modo in igneos vortices magis, minuſque vividos excandeſcens, modo undoſos atri fumi torrentes emittens; aliquando cælum inter, & terras ſuſpenſa, ſæpius vero arcus ſui MN extremitatibus telluri, veluti baſi, inſiſtens: hodie uno in loco immobilis, cras ab ortu in occaſum, aut ab occaſu in ortum vaga, & errabunda; modo eoſdem colores perſeveranter exhibens, modo illos mutans, languidos in vividos, purpureum in cæruleum, viridem in croceum; cetera.

Phænomenon hoc MDNC non eſt momentaneum: aliquando pluribus noctibus, imo & pluribus menſibus apparet. Nubes lucida aliquando ad horizontem per 80, aut 100 gradus extenditur ab occaſu in ortum; in athmoſphæra vero DC ad zenith attollitur gradus 30, aut 40, paſſim minus, raro magis.

Ab anno 1716 dumtaxat auroræ boreales veteri-

teribus phyſicis ferme ignotæ diligentius obſervari cœperunt. Longa obſervationum ſimul comparatarum ſeries aliquando fortaſſe miri hujus phænomeni naturam deteget, cujus adhuc cauſa, & origo latet. Varia de illo excogitata ſyſtemata proponemus; at prius ſuæ in athmoſphæra altitudinis notionem tradere opportunum eſt. (*fig.* 3)

829. NOTA. Eadem aurora borealis CD in Norvegia, aut Laponia orta ſimul, & eodem temporis inſtante a duobus obſervari poteſt, altero A Pariſiis, altero B Romæ: horum alter verticem C in cæli puncto *a* videt, alter eundem verticem C in alio cæli puncto *b*: angulus parallacticus *a* C *b* æqualis eſt ſibi ad verticem oppoſito ACB. Innoteſcet ergo totum hoc triangulum ACB nota baſi AB, & tribus ejus angulis aut dimenſis methodo geometrica, aut ſupputatis. Exempli cauſa;

I. Dimenſo arcu inter Pariſiorum zenith A, & Romæ B intercepto, terreſtris arcus ADB Pariſios inter, & Romam interceptus innoteſcet (1365). Noto arcu terreſtri ADB innoteſcet ejus chorda AB, quæ eſt duplus ſinus hujus arcus dimidii (*Math.* 639). Nota chorda AB innoteſcet angulus, quem efficit cum tangente ad punctum A arcus ADB: hic enim angulus DAB a chorda AB, & a tangente ad punctum A effectus eſt angulus ſegmenti, cujus menſura eſt dimidius arcus notus ADB (*Math.* 376). Jam vero ſi graphometrum, aut quadrans (*Math.* 420) ita dirigatur, ut dioptra una in C collimet, altera lineæ AB parallela angulum efficiat cum tangente æqualem angulo invento ſegmenti in A; innoteſcet in inſtrumento valor anguli CAB. Quare in triangulo ACB innoteſcent anguli C, & A, & baſis AB: adeoque & latera AC, BC quæ nubis lucidæ diſtantiam exhibent. (*Math.* 702)

II. Auroræ borealis CD altitudinem quoque ſupra

ſupra horizontem ita invenies. Noto latere C A modo invento, metire angulum C A D ſupra lineam horizontalem, tum perpendicularem a puncto C in horizontalem indefinite productam mente demitte. Novum triangulum habebis rectangulum, cujus notus erit angulus rectus, angulus A, & latus A C, quod pro baſi ſumes. Hinc invenies latus C D, quod eſt nubis lucidæ ſupra horizontem altitudo.

Animadverte tamen, punctum infimum nubis lucidæ, quod nos in ipſo puncti A horizonte ſitum ſupponemus multo altius eſſe regione illa, in qua aurora borealis elucet. Per tangentium, & ſecantium theoriam (*Math.* 534, 734) quantum punctum D procul in Pariſino, aut Romano horizonte ſitum ſupra terræ ad ſenſum ſphæricæ ſuperficiem elatum ſit inveniri poterit.

III. A puncto quoque A, vel B nubis lucidæ C D diſtantia, & altitudo obtineri proxime poterit ea ratione, qua nubis cujuſque diſtantiam, & altitudinem metimur (*Math* 425); animadvertentes, infimum nubis lucidæ punctum D, quod a puncto A, vel B in horizonte viſum ſupponemus, valde jam ſupra terreſtrem ſuperficiem elevatum eſſe remotiſſimæ illius regionis, cui imminet aurora borealis.

IV. Hiſce methodis auroræ boreales nonnullæ ad maximam in athmoſphæra altitudinem attolli deprehenſæ ſunt, qua meteororum omnium altitudinem longe ſuperant. Non tamen altitudinem hanc C D accurate definire facile poteris: fieri enim poteſt, ut obſervator Pariſinus A, & Romanus B inſtrumenta aſtronomica in verticem C arcus, quem in nube lucida obſervant dirigentes, duos diverſos arcus eundem eſſe putent.

In immenſa nube arcus C Pariſiis obſervatus omnino & diſtantia, & altitudine ab obſervato Romæ diverſus eſſe poteſt: ſicuti in iride (*fig.* 4) arcus X, qui a puncto O hexapedas

200

200 a nube pluvia diſtante conſpicitur, non idem eſt, qui a puncto F hexapedas 100 ab eadem nube diſtante conſpiceretur.

Atque hinc fortaſſe orta illa eſt altitudinum varietas, quam phyſici auroris borealibus tribuerunt. Vult Mairanus ſummum meteori hujus verticem C aliquando quadringentas, aut quingentas leucas ſupra tellurem elevatum eſſe. Obſervationes aliæ altitudinem hanc plurimum minuunt. Conſentiunt omnes tamen, auroram borealem DCMN ſupra nubes, & meteora cetera veluti immenſum attolli; ipſamque aliquando ad duodecim ſaltem, aut quindecim leucas ſupra tellurem elevatam eſſe: poſtrema hæc aſſertio nobis priore magis veritati conſentanea videtur.

827. SYSTEMA I. Cenſuerunt phyſici nonnulli, auroram borealem ab exhalationibus nitroſis, bitumineis, ſulphureis effici, non ſecus ac fulmen, & reliqua meteora ignea.

CONFUTATIO. Duabus præcipuis rationibus ſententia hæc rejicienda eſt, quibus hypotheſis hæc evertitur. Eas tantum indicabimus.

I. Si aurora borealis ab exhalationibus oriretur iis ſimilibus, quæ meteora ignea efficiunt; patet, phænomenon hoc æque ſaltem in auſtralibus apparere debere: plures enim ab auſtralibus regionibus, quam a borealibus hujuſmodi exhalationes exaltantur. At obſervatione conſtat, phænomenon ad auſtrum non apparere, ad boream frequens eſſe, varia a polo arctico in ortum, aut in occaſum declinatione.

II. Si ab hiſce exhalationibus aurora borealis fieret, uti cetera meteora ignea, præ ceteris meteoris in athmoſphæra altitudinem aſſequi non deberet. At obſervatione conſtat, ignea meteora fere nunquam ad leucam, raro ad dimidiam ſupra tellurem attolli; auroram borealem vero ad decem, duodecim, aut quindecim leucas elevari.

Au-

Aurora borealis effectus, & ſigna exhibet ab igneorum meteororum effectibus, & ſignis longe diverſa: ergo auroræ borealis cauſa, & natura diverſa eſt.

828. SYSTEMA II. Phyſici alii temere protulerunt, auroræ borealis originem eſſe meteororum lucidorum, ut iridis, & halonum, origini conſimilem, a ſolarium radiorum ſcilicet reflexione, & refractione in nivibus, & in gelidis borealibus nubibus oriri.

CONFUTATIO. Sententia hæc omnino labilis ne confutatione quidem digna eſt.

I. Fumi, & flammarum vortices, qui ſæpius in aurora boreali conſpiciuntur, ſatis indicant, in meteori hujus materia intimam inflammationem eſſe: perperam igitur inter meteora tantum lucida, a quibus inflammatio abeſt, recenſetur.

II. Aurora borealis aliquando ferventiſſima æſtate ad boream apparet, quum ſcilicet in borealibus regionibus nullæ jam ferme nives ſunt, aut nubes gelidæ nullæ plures, quam in auſtralibus ſint.

III. Meteora lucida nunquam ultra unam, aut alteram leucam attolluntur, raro quoque ad dimidiam, aut ad quartam a terra leucæ partem (790): nequeunt igitur ad magnam diſtantiam in athmoſphæra conſpici; tunc enim aut ex diſtantia evaneſcunt, aut ſub horizonte latent. Contra vero aurora borealis ad maximam ſupra terram elevationem aſſurgit; & aliquando ad magnam in athmoſphæra altitudinem apparet etiam diſtantibus leucas ducentas, aut trecentas. Non ergo ejuſdem cum meteoris lucidis naturæ eſt.

829. SYSTEMA III. Nobiliorem celebris Mairanus auroræ boreali originem aſſignat. Soli auctor hic athmoſphæram ſuam tribuit, ut tellus habet. Solaris hæc athmoſphæra in conos diviſa eſt, quorum baſis ſoli inſiſtit, vertex circa hoc aſtrum ad tercenties centena leucarum mil-

lia

lia protenditur. Tellus per eclipticam procedens identidem in aliquem ex hiſce conis circa ſolem diffuſis incurrit; & vi ſua attractiva modo majorem, modo minorem ejus portionem abripit. Partes hæ ſolaris athmoſphæræ terreſtri athmoſphæræ commiſcentur, in qua ad altitudinem eo majorem ſuſtinentur juxta hydroſtaticæ leges, quo leviores ſunt. Ibi fermenteſcunt, variis ignibus collucent, donec aeri omnino commixtæ primigeniam naturam exuerint.

CONFUTATIO. Syſtema hoc ingenioſum magis, quam ſolidum corruere nobis videtur.

I. Athmoſphæra hæc ſolaris in conos diviſa, & ad tantam diſtantiam extenſa nonne contra omnes phyſicæ leges gratis excogitari videtur? Qua ſolida ratione exiſtere probatur? Quare, quibuſque ignotis legibus in conos ſolitarios diviſa eſt; non vero in ſtrata concentrica circa ſolem diffuſa, ut circa tellurem terreſtris athmoſphæra?

II. Data quoque hac athmoſphæra ſolari ad immenſam diſtantiam diffuſa, & in ſtrata concentrica, vel in conos circa ſolem radiantes diſtributa, quarenam ejus portiones ab occurrente tellure abreptæ regionibus tantum ſeptemtrionalibus addictæ ſint? quare, quibuſque legibus nec polus antarcticus, nec æquator aut nunquam in conos hos incurrere debent, aut ejus partem, quam abripiunt, non retinere?

III. Ratio præcipua, cui hypotheſis hæc inſiſtit, eſt maxima, quam in terreſtri athmoſphæra aurora borealis obtinere videtur, altitudo; hanc Mairanus ad quadringentas aut quingentas leucas evehit, quam nulla terreſtris exhalatio aſſequi poteſt: alia igitur boreali huic luci, quam ex vaporibus, & exhalationibus, origo tribuenda fuit. Verum immenſa hæc quadringentarum, aut quingentarum leucarum altitudo, qua totum ſyſtema innititur, quod impugnamus, incertiſſima eſt; imo neque certum eſt, hoc meteorum

in

in maxima elevatione ultra duodecim, aut quindecim leucas ſupra tellurem attolli, ut jam obſervavimus (826). Adeo ſingularis hypotheſis tam incerto fundamento ſuffulta poteſt ne facile admitti?

830. NOTA. In quadam Groenlandiæ deſcriptione legimus, tota hyeme nocte adveniente lucem attolli valde illi ſimilem, quæ lucet in plenilunio: hanc ſingulis noctibus apparere, terram circumire, tota nocte ſplendere, & ſole oriente evaneſcere.

Putat Mairanus, denſum aerem, nivem, glaciem, qua polares regiones obſitæ ſunt, aptiſſima eſſe corpora lucem reflectere, & claritatem illam parere, quam incolæ *lucem borealem* vocant, quæque cum aurora boreali nihil habet commune. Prima phænomenon eſt periodicum, & quotidianum; altera phænomenon eſt incertum, & rarum admodum; illa inflammatione caret, hæc ab intimis effierveſcentiis oritur, & miris phænomenis decoratur: illa gelu, & nivibus terram obſidentibus tantum apparet; hæc hyeme quidem frequentius, magiſque ſplendida apparet; at etiam nitidis æſtivis diebus conſpicitur, quum perpetuus ſol a borealibus plagis nivem, & glaciem depulit.

831. SYSTEMA IV. Phyſici alii cum docto, ac profundo Muſchembroekio cenſent, auroram borealem a quadam exhalationum ſpecie exoriri a terris arcticis erumpentium natura *phoſphoro* valde ſimilium, in quo lux, & ignis eſt, multo minori tamen copia ignis, quam lux. In hoc ſyſtemate, quod nobis veritati magis conſonum videtur, ſatis apte præcipui hujus phænomeni effectus, & proprietates explicantur. Exempli cauſa,

I. Auroram borealem exploſio, & detonatio, uti fulmen, non comitatur; materia enim, qua conſtat, minus fervet, minuſque ignea eſt.

II. Aurora borealis paſſim non niſi in borea-
libus

libus plagis apparet ; cæteræ quippe regiones tanta , uti arcticæ, phoſphoricæ materiæ copia non redundant, quanta ad phænomenon hoc efficiendum eſt neceſſaria. Neque vero hoc mirum magis videri debet , quam ſit aliqua in regione ferri, aut cupri fodinas videre, quæ in alia non inveniantur. Orbis noſtri proprietates, & emanationes non ubique eædem ſunt.

Non omnis fert omnia tellus.

III. Aurora borealis neque phænomenon periodicum eſt, nec valde frequens , ſaltem magna luce ſplendeſcens; materia ſiquidem apta illud edere terræ viſceribus incluſa , fortuitas cauſas poſtulat, puta, quædam ſubterranea incendia , terremotus quoſdam , ut phoſphoricæ hæ eruptiones habeantur.

IV. Aurora borealis præ ceteris igneis , aut lucidis meteoris ad multo magnam altitudinem attollitur: materia enim, qua conſtat multo tenuior , multoque magis volatilis , ac levis ad altitudinem multo maximam in athmoſphæra evehi poteſt, cujus ſtrata quo magis a terra recedunt, eo rariora ſunt . Ex accuratiſſimis obſervationibus athmoſphæra terreſtris ultra 15 , aut 16 leucas ſupra tellurem non attollitur (743): nequit ergo materia , qua aurora borealis conſtat, quæcumque ejus natura ſit, ad majorem altitudinem attolli , aut ſuſtineri , & ſi quando altior videtur, probabile eſt , ita apparere ex quibuſdam refractionibus, & opticis illuſionibus , quæ aliquando fortaſſe dignoſcentur.

V. Aurora borealis ignis, flammæ, fumi vortices oſtentat: materia ſcilicet, qua formatur , fermenteſcit , & fermentatione, atque affrictu vario impetu conflagrat; uti ferme in naturalibus , & artificialibus phoſphoris fieri videmus , quos hic noſcere e re noſtra eſt.

Phoſ-

Phoſphori naturales, & artificiales.

831. DESCRIPTIO I. *Phoſphorus* in genere ſubſtantia eſt lucem in tenebris apta aut producere, aut emittere ex intima fermentatione, quæ ſenſibilem calorem non parit. Vermes lucidi, ligna quædam putrida, oculi felium luce perſpicua in denſis tenebris coruſcant: adamantes ſoli expoſiti, tum illico in obſcuriſſimum locum translati diuturno tempore collucent: lapis Bononienſis, & ſpatha quædam in calcem redacta perpulcram lucem in tenebris emittunt.

Materiæ phoſphoricæ natura parum hactenus innotuit: luci magis, quam igni affinis videtur. Ex intima fermentatione collucet, qua partes igneæ, & lucidæ lente, & paulatim diſſipantur: quæ tamen ſæpius corpus, a quo emanat, ſeu quod afficit, ad ſenſum calefacere non valet, etſi tenuiſſimas oculi fibras ſatis percellere poſſit.

832. DESCRIPTIO II. *Phoſphorus Anglicus* (qui quoque ab inventore *phoſphorus Kunkelii* nuncupatur) eſt *caput mortuum* a pluribus chemicis diſtillationibus relictum, a quatuor ſcilicet minii partibus, a duabus ſalis ammoniaci in pulverem redacti, & a novem, aut decem extractis ex urina ad mellis denſitatem adducta.

In egregio lexico chemico methodus legi poteſt, qua phoſphorus iſte perficitur, & præparatur. Hic in tenues cylindros conformatur, & mira exhibet experimenta, quæ rei ignaris magica portenta videri poſſent. Exempli cauſa, phoſphoro hoc in pariete ſcribitur: & illico literis igneis ſcriptura apparet. Phoſphoro hoc oleo alicui commixto facies, aut aliud objectum quodvis illinitur; & ſtatim objecta hæc in tenebris luce radiantia apparent, præſertim aer aliquantum calefiat, aut ſi affrictu calor ſuſipleatur. Lampas extinguitur, & iterum illip-

accenditur, ſi phoſphori hujus fruſtulum ellychnio adhuc calenti admoveatur.

833. DESCRIPTIO III. *Phoſphorus Bononienſis* lapis eſt, qui in calcem apta methodo redactus proprietatem obtinet lucem in tenebris emittendi carboni ardenti ſimilem. Lapis hic, qui in monte prope Bononiam in Italia reperitur ſpecies eſt ſpathi ſelenitici, & fuſilis: in crucibulo excoquitur ad incadeſcentiam, tum conteritur donec in pulverem abeat, qui in maſſam gummi draganti componitur; tum in fornace iterum excoctus verus phoſphorus fit eoſdem ferme effectus pariens, quos qui ſupra deſcriptus fuit.

§. IV.

METEORA AEREA, SEU VENTI.

834. DEFINITIO. V*enti* ſunt aer impulſus, & loco motus continuo tractu ab una in aliam partem tranſiens. Sunt hi torrentes veluti, & excurſus tenuis illius, & diaphani oceani, qui athmoſphæræ nomine terras, & maria circum ambit, quique diverſo motu, ac vario volumine ab una ad aliam regionem fertur.

Duo hoc paragrapho pertractabimus: ventorum hiſtoriam, & cauſam, tum ut res poſtulabit, antliam igne agentem explicabimus.

CAPUT PRIMUM.

VENTORUM HISTORIA NATURALIS.

835. OBSERVATIO. QUamvis permultæ in ventis ſint varietates; ad quaſdam tamen genericas

ricas claſſes adduci poſſunt, & dividi in ventos *permanentes*, in *periodicos*, in *topicos*, in *liberos*, in *ſubterraneos*: Quidquid in hiſtoria naturali ventorum alicujus momenti eſt ad quinque has claſſes referemus.

836. DIVISIO I. *Venti permanentes* dicuntur, qui quovis anni tempore perflant, nec ceſſant, niſi quum oppoſitus, & violentior eorum curſum caſu vetat.

Omnium ætatum obſervatione conſtat, ventos dari conſtantes, & permanentes: inter tropicos regnant, ubi nautæ ventum ſemper inveniunt ab ortu in occaſum flantem, aliqua tamen declinatione; quique, etſi levis, eos prohibet eadem via in ortum pergere, qua occaſum verſus navigarunt. Venti hi in plagis ab utroque tropico hinc inde remotis non flant. Venti hi tunc tantum ceſſant, quum contrarius ventus caſu inſurgit: hoc quieſcente, iterum venti permanentis flatus exoritur.

837. DIVISIO II. *Venti periodici* dicuntur, qui ordinate ſtatis temporibus perflant, ut vere, & autumno, vel in ſolſtitiis.

Etſi ventus inconſtantiæ ſymbolum ſit, omnium ætatum obſervatione conſtat, haberi ventos periodicos. Inter hos ſunt *eteſiæ*, ſeu *venti annui* (*): ad finem Julii flare incipiunt, niſi violentior ventus obſtet, & quadraginta ferme diebus perflant. Duabus, aut tribus horis ab ortu ſolis exurgunt: adveniente nocte cadunt.

Non

(*) ETYMOLOGIÆ. Eteſiæ, ἐτησίαι, venti annui. *Venti topici*, a τόπος, locus. *Venti cardinales*, qui a quatuor mundi quaſi cardinibus ſpirant. *Nomen hoc procul dubio obtinuerunt, quum tellus cardinibus inſiſtere credebatur, qui cui inſiſterent ipſi neſcio, ne ad nadir laberetur.*

Non eadem ubique eſt eorum directio. In Hiſpania abortu in occaſum ſpirant, alicubi ab Auſtro in Boream varia declinatione. Raro venti hi vehementes ſunt; neque procellas excitant, niſi ſi venti liberi illos juvent, & augeant.

838. DIVISIO III. *Venti topici* dicuntur, qui quaſdam peculiares tantum regiones converrunt: qui in unica regione ſpirant, ubi cauſa eſt, a qua procedunt.

Pleræque regiones ſunt, quæ vento alicui ſibi peculiari obnoxiæ ſunt; nec tamen ceteris generalibus, conſtantibus, periodicis, liberis ſunt immunes.

839. DIVISIO IV. *Venti liberi* dicuntur, qui neque ulli anni tempori, neque regioni ulli alligati ſunt, ſed libere quovis tempore, & ubique ſpirant modo pluribus diebus, modo paucioribus: poſtea ceſſant. Inter ventos liberos recenſetur Boreas, Auſter, Solanus, & Favonius, qui *Venti cardinales* nuncupantur, quod a præcipuis terræ punctis ſpirent. Ventos hos quatuor nautæ pro varia eorum declinatione ulterius dividunt; prima horum diviſio eſt hujuſmodi: Vulturnus, Caurus, Notus, Libonotus.

840. DIVISIO V. *Venti ſubterranei* dicuntur, qui infra terras oriuntur, & a quibuſdam antris, ſeu cavernis erumpunt.

Ventos hos dari certum eſt: pluribus quippe in locis antra, & cavernæ ſunt magnitudine diverſæ, ex quarum faucibus ventus ſpirat modo magis, modo minus diuturnus, ac violentus. Alicubi maria in malacia ipſa identidem intumeſcunt, ac vehementer agitantur a ventis ſubterraneis, qui per aquas ſibi viam aperiunt, ac procellis præludere videntur, quæ paſſim ſubſequuntur.

841. NOTA. Peculiaris ventorum hiſtoria pro regione quavis infinita eſſet; nec niſi paucis grata, aut utilis eſſet; ab ea proinde perſequenda ſuperſedebimus.

Ne-

Nemo neſcit quot vaſtationes venti furor parere poſſit: oppida everſa, ſylvæ antiquiſſimæ radicius avulſæ, maria horrendis procellis agitata aeris ita decurrentis effectus ſunt, qui dum ab una in aliam plagam fertur maſſam, & velocitatem augens immenſas vires acquirit. Obſervavit Mariottus, ventos aptos proceras arbores eradicare moveri velocitate, qua uno minuto ſecundo percurrunt pedes triginta duos. Derhanus turbinem obſervavit, qui piſtrinum everrit ex iis, quorum molæ vento vertuntur: ventus hic quovis ſecundo pedes percurrebat ſexaginta ſex.

Venti ſicci ſunt, aut humidi, frigidi, aut calidi pro diverſis athmoſphæræ ab una in aliam plagam ruentis affectionibus.

Priuſquam ventorum cauſam inveſtigemus machinam explicabimus, cujus theoria plura de aeris natura, de meteoris aqueis, & aereis, de terremotibus, de phyſica ferme univerſa docere poteſt.

CAPUT II.

ANTLIÆ IGNE MOTÆ ARTIFICIUM.

842. DESCRIPTIO A*ntlia igne mota* poſtremis hiſce temporibus in Anglia inventa, machina eſt, quæ movetur ab aquæ in cacabo cum antlia communicante ebullientis vapore. Magni uſus eſt in Anglia, & alibi ſive ad aquam a fodinis 100, aut 150 hexapedas profundis hauriendam, ſive ad eam e profunda valle ad oppidi, aut prædii ſolum elatius attollendam. Dum antliæ hujus machinamentum deſcribimus, antlias adſpirantes alibi a nobis deſcriptas notas eſſe ſupponemus. (*fig.* 8)

I. Sit A B capacitas cylindrica latæ, & ſoli-

dæ antliæ cupreæ. D ingens embolus cupreus diametro pollicum 20, aut 30, nulla valvula, nulloque foramine. H ingens vas, ſeu cacabus æreus ſolidiſſimus hermetice ubique clauſus, præter quam in B ubi exiguum foramen eſt verticale, & cylindricum, quo vas H antliæ AB communicet ea ferme ratione, qua antlia pneumatica recipienti communicat. Verticale hoc ſpiraculum B V horizontale epiſtomium æreum habeat B K ita in medio pertuſum, ut converſum communicationem dare, aut intercipere poſſit, ut lubet, antliæ A B cum cacabo H fornaci impoſito.

Sit quoque vectis ſolidiſſimus L N M in hypomochlio N mobilis, ſupra quod alternatim utrinque elevari, & deprimi poſſit; P R antlia adſpirans communis (714), cujus embolus G ad 100, aut 200 hexapedas in fodinam demiſſus aquam attollet Z in R, dein ab R in P.

II. Antliæ igne motæ embolus ſit in B, ſpiraculo communicante B V ope epiſtomii K B optime clauſo. Cacabus H aqua plenus ad altitudinem H, & valido igni impoſitus ſit. Aqua igne incaleſcens exiguam ſui partem in vaporem mutat, qui ſupra liquidam reliquam jacebit. Vapor hic, qui e cacabo erumpere nequit, immenſa vi quaquaverſum expanſiva pollet, quæ columnæ aereæ in emboli D ſuperficiem gravitantis vim longe ſuperat. Quare quum verſo epiſtomio K B cacabus antliæ communicabit, vapor in cacabo condenſatus magno impetu in antliam B A irruet, & embolum a B in A attollet, ubi ab obſtaculo inſuperabili altius attolli prohibebitur.

Dum embolus D a B in A attollitur, embolus R antliæ adſpirantis non amplius ab oppoſito pondere D ſuſtentatus, proprio pondere in antlia adſpirante ab R in Z deſcendit.

III. Dum embolus D vi vaporis impulſus tranſit a B in A, ante ſe columnam aeream, quam ſu-

ſuſtinet, propellit: ſpatium DB aere vacuum remanet, & aqueo vapore plenum, cujus vis expanſiva ſuſtinet in D & emboli pondus, & ingens aliud totius aereæ columnæ pondus in embolum gravitantis. Itaque vapor ſpatium occupat 14000 vicibus majus, quam in ſtatu liquoris (731); ſi ergo vapor ſpatium DB occupans illico ad ſtatum liquoris tranſiret, ſpatium DB vacuum remaneret dempta parte quaterdecies milleſima, quæ a vapore in aquam converſo occuparetur.

Claudatur communicatio BV, & ope alterius tubi epiſtomio inſtructi CE illico in cavitatem CE immittatur exigua frigidæ, & in minimas partes emicantis copia. Frigida hæc in cavitatem DB ita conjecta frigus ſuum toti vapori DB communicare valet, illumque ſtatim in aquam convertere. Quare tunc in antlia igne mota vacuum fit ferme toti ſpatio DB æquale.

IV. Quum ſpatium DB vacuum ſit, nihil jam lapſui emboli D reſiſtit: hic & proprio, & athmoſphæræ pondere ſollicitatus celeriter a D in B deſcendit, & embolum oppoſitum R attollit ex Z in R. Embolus hic R ita a Z in R aſcendens aqueam columnam ſibi impoſitam ante ſe propellit.

V. Embolo antliæ igne motæ dilapſo ex D in B quid continget? Si iterum aperiatur, ut antea, communicatio BV verſo epiſtomio KB, aquæ vapor embolum urgens illum a B in A attollet, & eo ipſo tempore embolus R proprio pondere ex R in Z deſcendet.

VI. Embolus D a vaporis vi expanſiva in D elevatus, & detentus iterum a D in B deſcendet quum, clauſa communicatione, tubus CE exiguam aquæ emicantis copiam in antliæ cavitatem DB proijciet: hoc vero ipſo tempore embolus R iterum a Z in R aſcendet, & totam aquam ſibi impoſitam attollet, modo aquæ hujus reſiſtentia minor ſit preſſione columnæ

aereæ alterius antliæ embolo incumbentis. Hoc machinamento embolus D ſucceſſive a B in D, & a D in B tranſiens aquam a Z in P attollit.

Tubi N munus eſt antliæ D B fundum identidem vacuare, & aquam emittere, quæ in antlia igne mota reſidet ſive per tubum C E ingreſſa, ſive ex vaporibus condenſatis. Tubi horizontalis H X munus eſt novam aquam cacabo H ſufficere, quum aqua in ipſo ebulliens paulatim in vapores abeat. Tubus hic horizontaliter ſitus eſt ferme ad mediam cacabi altitudinem; ut certo ſciamus, illum nimis non impleri, & ut aqua refluere poſſit quum quantitas opportuna jam infuſa fuit.

843. NOTÆ. Machinæ hujus deſcriptio plures magni momenti obſervationes faciendi opportunitatem nobis præbet (*Fig.* 8).

I. Alibi jam oſtendimus, aquam in vapores verſam immenſum dilatari (731); ut 'i ſcilicet ad 14000. Maxima hæc aquæ dilatatio in hac machina profecto apparet; poſtquam enim cacabi H vapor centies, aut ducenties antliæ cavitatem D B implevit, vix cacabi aqua ſenſili quantitate imminuta eſt. Hoc facile innoteſcit ab exigua aquæ copia cacabo infundenda per tubum X H, ut aqua priſtinæ ſuæ libellæ H X reſtituatur.

II. Caloris gradus, quo aqua ebullit, & illi in vapores verſæ dilatationem impertitur 14000 vicibus majorem, aerem non niſi tertia parte dilatat (727). Aer ferme octingenties aqua pluvia, & fluviatili rarior in calore aquæ ebullientis fit 1200 vicibus rarior aqua frigida in ſuo liquoris ſtatu. Aſt aqua in vapores verſa eſt ferme vicibus 14000 rarior aqua in ſtatu liquido; ergo aer etſi cum aquæ vapore dilatatus, eſt vaporibus multo denſior, & gravior: vapores vero juxta leges hydroſtaticas (652) ſuperiora tenere, & ad varias in athmoſphæra altitu-

titudines attolli debent. Hinc magna ex parte vaporum in athmoſphæram aſcenſus.

III. Minima frigidæ in vapores inſtillatio in antlia DB ſatis eſt, ut illico vapores hi in guttas liquidas convertantur, & ut momento temporis immenſam dilatationem amittant, & ſpatium DB, quod occupabant, vacuum relinquant. Facile ex hoc experimento intelligas qua ratione fiat, ut ingens nubes ferme tota aqueis vaporibus conſtans repentino frigore correpta in guttas pluvias convertatur, & ingens vacuum proximo aeri occupandum relinquat, qui undequaque ad hoc advolat. Hinc pluvia, & aeris agitatio, ſeu ventus in athmoſphæra.

IV. Cacabus H ſolidiſſimus ſit oportet, ut vaporis incluſi vi expanſivæ reſiſtat. Experimenta in Anglia peracta oſtenderunt, vim hanc vaporum aptam eſſe ærea tormenta bellica diffringere, quæ maximis pulveris pyrii viribus reſtiterant: quanta ſit hæc vaporum vis experimenta iſta profecto oſtendunt.

V. Ut vis, quam in embolum vapor exercet, æſtimetur, gravitas columnæ aereæ embolo incumbentis æſtimanda eſt: hæc, cui nullus aer in ſpatio DB obſiſtit, ſemper emboli baſi eſt proportionalis. Ponamus ergo, baſim hanc eſſe pedi quadrato æqualem: columnam aeream ſuſtinebit pondere æqualem columnæ aqueæ baſi unius pedis quadrati, & altitudine pedum 32 (703), ſeu cubicis aquæ pedibus 32 pondere æqualem; libris nempe ferme 2240 (737). Agit ergo vapor embolum a B in D attollens vi, quæ celeriter pondus attollit librarum 2240, addito ipſius emboli pondere.

Quum facile circuli ad quadratum ratio inveniatur (*Math.* 483), actio vaporis in embolum cujuſque diametri ſatis innoteſcet: hinc innoteſcet quoque reſiſtentia, quam embolus D vincere poteſt in oppoſita columna RP, quum embolus D ad deſcenſum a proprio, & ab athmoſ-

moſphære pondere ſollicitatus a vapore non amplius ſuſtinetur. Præciſo affrictu embolus D, cujus baſis pedem quadratum æquet, reſiſtentiam in R P ferme quintalibus (ut vocant) 22 æqualem vincere, & attollere poteſt. Si emboli D baſis ſit duobus pedibus quadratis æqualis, reſiſtentiam vincet quintalium 44; atque ita porro.

VI. Non eadem ſemper vi pollet vapor cacabo H incluſus: hæc quippe varia eſſe poteſt. Detectum eſt, calorem aptum aquæ ebullitionem efficere vaporem parere, qui poſſit cum columna aerea in embolum D gravitante æquilibrium facere: ſi vero calor augeatur aucto igne, augeri quoque vaporis vim, & fieri poſſe octies, & decies majorem.

VII. Facile quoque intelligimus, epiſtomium B K ita conſtrui poſſe, ut elaſterii ope claudatur, & emboli D lapſu aperiatur, qui illico vaporis impetu attolletur. Æque motus in tubo C E, imo antlia tota ſimplicior reddi poterit: nos hic eius tantum phyſicum machinamentum attendimus. Embolus D facile duorum, aut trium pedum diametrum habere poteſt: tunc vero qua vi non aget ex aereæ ſuperincumbentis columnæ preſſione? Nonne duabus aut tribus ex his antliis aqua omnibus Lutetiæ regionibus ſine immenſis ſumptibus ſuffici poſſet; uti Londini factum fuerat priuſquam machinæ hydraulicæ conſtruerentur, quæ modo Tameſis aquas ad ſingulas illius urbis regiones diſtribuunt?

Docet Deſagullerius, in hac antlia embolum D ſexdecies uno minuto aſcendere poſſe, & deſcendere: homines duos machinæ dirigendæ ſufficere; & decies centena librarum millia ſatis futura fuiſſe ad eandem aquæ copiam continenter Verſaliæ miniſtrandam, quam identidem a celebri machina Malliacenſi obtinet, in qua conſtruenda octingenties centena millia impen-

penſa fuerunt, & in qua reſtauranda quotannis maximi ſumptus faciendi ſunt.

Cauſa terramotus.

844. APPLICATIO. Aliquando tellus ita concutitur, ut in ejus viſceribus ruinæ ſuæ cauſa latere videatur (500). Quot urbes everſæ, quot omni ætate vaſtatæ regiones ab intimis fermentationibus, a quibus oriuntur *terramotus*! Tres præcipuæ horrendi hujus phænomeni cauſæ eſſe videntur: *ignis*, a quo in terræ viſceribus fermentationes, & inflammationes producuntur: *aer*, qui ex ignibus his ſubterraneis vehementer infra terras dilatatur: *aqua*, quam ignes hi in vapores convertunt in infernis cavitatibus, ferme ut in cacabo, de quo ſupra (*fig.* 8).

I. Ignes ſubterraneos dari ex varia materia fermenteſcente, & inflammabili nemo eſt, qui ambigat. Teſtes ſunto Veſuvius, Æthna, ceterique Vulcani (509). Ignes hi vim ſuam expanſivam exerunt in terræ ſtrata, quibus coercentur; ſicuti cuniculus bellicus ſub propugnaculo vim ſuam in illud exerit, & in aerem diſiicit.

II. Aer in terræ ſinu diffuſus, modo clauſis cavitatibus circumſeptus, modo corporum interſtitiis incluſus, ſemper immenſa copia hiſce corporibus commixtus, ſi ab horum ignium calore dilatatur, miram vim expanſivam nanciſcitur, quæ horrendo impetu exeritur, ubi minor eſt reſiſtentia, ad terræ ſcilicet ſuperficiem. Si purus ſit, neque corporibus commixtus in caverna undequaque clauſa, ignis ſubterranei calor ejus elaſticitatem mirum in modum auget (722). Si corporibus, quæ ignis diſſolvit, commix-

mixtus eſt, ab illis immenſa copia erumpit (729): aer liber fit, fluidus, elaſticus: libero aeri, cui jam communicat, conjungitur, hunc denſiorem efficit, cujus vis elaſtica in ratione denſitatis augetur (697). Hinc vehemens niſus, quem in obſtacula exercet, in terras, & rupes, quibus detinetur: has diſiicit, & ſuperante vi elaſtica diſpellit.

III. Si ignis, & aeris actioni aquæ in vapores verſæ actio adjiciatur, quanta a tribus hiſce conjunctis agentibus vis exercebitur! Sit, exempli gratia, infra terras immanis caverna, nulla ex parte externo aeri communicans, & in quam quædam aquæ copia collecta ſit. Si in caverna, aut prope materia fermenteſcens, & inflammabilis ſuccendatur, incendium aquas in vapores extollet illis ſimiles, qui in cacabo H efformantur: vapores hi in ampliſſima caverna diametro plurium millium hexapedarum condenſati, & agglomerati, ignis, & aeris incaleſcentis, & dilatati viribus ſimul conſpirantibus, vel validiſſima obſtacula removere poterunt; rupes, & montes diffindere; & maritimas, aut terreſtres plagas, in quibus eruptio inſtantanea, aut ſucceſſiva fit ita concutere, ut tremor ad plures centenas leucas perſentiatur.

Phyſici nonnulli tribus hiſce terræmotus cauſis vaporis electrici actionem addunt, qui, ajunt illi, magna copia in regionem aliquam irrumpens terram concutere poteſt. Opinio hæc tamen nullo pacto admitti poſſe nobis videtur; quantumvis enim copioſus, & activus ſupponatur vapor hic electricus in regionem aliquam agens; ejus tamen actio in totam terræ maſſam diviſa nunquam juxta leges communicationis motus (321) ſenſibilem in illa effectum parere poteſt. Unice vapor hic electricus ignes ſubterraneos ſuccendere poteſt; atque ita cauſa eſſe terræmotus remota, non proxima; niſi velimus in

ipſis

ipſis telluris intimis electrici vaporis exploſionem fieri (1098). (*a*)

CAPUT III.

VENTORUM CAUSÆ PHYSICÆ.

845. OBSERVATIO. Immenſum aeris volumen, quo tellus involvitur, comprimi, condenſari, & elaſticitate ſua dilatari poteſt. Quævis cauſa apta in hoc condenſationem, aut rarefactionem parere, in ipſo æſtus excitare, & agitationes debet: porro hæc omnia id ipſum ſunt, quod *ventum* appellamus. Patet vero, plures cauſas aut ſimul, aut ſeorſim phænomenon hoc efficere poſſe; præcipuas ſequentibus aſſertionibus proferemus.

846. ASSERTIO I. *Calor aerem rarefaciens una eſt ex ventorum cauſis.*

EXPLICATIO. Experientia conſtat, aerem calore rarefieri, & dilatari, & pro caloris menſura volumine, & elaſticitate creſcere (722). Hoc ſtatuto:

I. Ponamus athmoſphæræ partem, qua regio aliqua obvolvitur, puta Burgundiæ Comitatus, aut illico, aut ſenſim admodum rarefieri, ſive a ſolis calore, ſive ab alia quavis cauſa apta non levem calorem communicare. Patet, immenſam hanc aeris maſſam antea proximo aeri æquilibratam, modo magis activam, magiſque ela-

(a) *Hiſce rationibus non acquieſcent phyſici, qui validiſſimas habent, ut præcipuam, niſi & unicam, terræmotus cauſam dicant vaporem electricum.* Interpres.

elaſticam in hac regione, quam in finitimis, non parum a calore, quo afficitur, intumeſcere debere, ac dilatari, hinc in proximas regiones refluere debere, & ſupra illas vi expanſionis, & elaſticitatis ſuæ diffundi, ut caloris, denſitatis, elaſticitatis æquilibrium cum athmoſphæra regiones illas ambiente obtineat.

II. Ponamus adhuc in regionibus omnibus finitimis, Alſatia dempta, athmoſphæram eodem caloris gradu, quo in Burgundiæ comitatu, dilatari. Patet, hanc Burgundiæ comitatus athmoſphæram a finitimarum provinciarum athmoſphæra æque elaſtica æquilibratam vim ſuam exerere non poſſe, niſi in Alſatiam, ad quam eo majori impetu confluet, quo in Burgundiæ comitatu major erit aeris calefacti elaſticitas, & rarefactio.

847. ASSERTIO II. *Frigus aerem condenſans una eſt ex ventorum cauſis.*

EXPLICATIO. Experientia conſtat, aerem frigore condenſari, volumine, & elaſticitate minui, quo magis ignea materia exuitur (712).

Hoc poſito, fiat jam, ut athmoſphæra Galliæ imminens ſubito frigore admodum condenſetur. Intelligimus, in regni hujus athmoſphæra ingens vacuum fieri; & finitimarum regionum athmoſphæram magis elaſticam, nulla naturæ ſuæ mutatione, in vacuum Galliæ influere debere. Si ab Auſtro in Boream fluxus fiat, aereum hoc flumen celerrimo motu in Galliæ athmoſphæram influens, illam violenter impellet, ac ventum Auſtralem pariet, qui ad Belgium uſque vim ſuam exeret.

848. ASSERTIO III. *Aſcenſus vaporum in athmoſphæram una eſt ex ventorum cauſis.*

EXPLICATIO. Experientia conſtat, aquam in vapores reſolutam volumen augere vicibus ferme 14000, & aeris volumen ſuo volumini æquale loco depellere (731). Pes aquæ cubicus,

cus, exempli gratia, in vapores converſus aeris pedes cubicos propterea 14000 loco depellit in ea athmoſphæræ parte, in qua juxta æquilibrii legem ad varias altitudines vapores hi collocantur. Patet vero, ſi vapores moleculis aereis jungerentur, quin illos tumefacerent, & loco pellerent, has aereas moleculas graviores effecturas, eaſque ſecum in terram eo ipſo inſtante, quo illis jungerentur, dejecturas. Debent ergo vapores hi in aera aſcendentes moleculas aereas tumefacere, aut eas, quibus junguntur, loco pellere; aer vero ita a vaporibus tumefactus, aut loco pulſus in proximi aeris ſtrata refluere debet, perque illa ſibi viam aperire.

I. Scimus, multo magnam in natura evaporationem perpetuo fieri; hanc vero eadem in regione modo copioſiorem eſſe, modo minus copioſam pro vario tempeſtatis calore, pro varia aeris ſiccitate, pro vario cæli ſtatu (674).

II. Ponamus, exempli gratia, ad Galliæ litora ab oceano, aut mediterraneo die una mille cubicos aquæ pedes in vapores attolli. Hi in volumen quater decies millies majus aqua converſi, in athmoſphæra, per quam diffunduntur, loco pellent aeris pedes cubicos 14, 000, 000; qui refluens, & ſucceſſive in plagas propinquas ruens aereum flumen efficiet, ventum ſcilicet magis, minuſve vehementem.

849. ASSERTIO IV. *Vaporum in pluviam converſio una eſt ex ventorum cauſis.*

EXPLICATIO. Sicuti aqua in vapores verſa volumen obtinet quater decies millies majus; ita vapores in pluviam verſi ad volumen tantundem minus rediguntur. Sit itaque nobis imminens immenſa nubes mille continens pluviæ pedes cubicos. Hæc in pluviam ſoluta in noſtra athmoſphæræ parte vacuum relinquet pedum cubicorum 14, 000, 000; in hoc a propinquis plagis ruet aer; hinc aeris excurſio, & ventus in regionibus illi, ubi pluit, finitimis.

850.

850. ASSERTIO V. *Vegetantium generatio, & diſſolutio una eſt ex ventorum cauſis.*

EXPLICATIO. Experientia conſtat, plantas, animalia, mixta omnia ingentem aeris copiam ſuis principiis conjunctam continere (729).

I. Aer in animantium, & vegetantium corporibus latens evidenter ab ambiente athmoſphæra deſumptus eſt: vere ergo, & æſtate quum natura magis copioſam vegetantium propagationem operatur, athmoſphæra magis minui debet in regionibus magis plantis, & animantibus fœcundis; ergo ſteriliorum regionum aer in illas refluere debet, ut æquilibrium reſtituatur. Hinc ex parte venti vere ſæpius ſpirantes, quum natura variis in regionibus renovatur.

II. Hyeme accedente, quum arbores frondes, & fructus exuunt, frondes hæ, & fructus magna ex parte diſſolvuntur: aer ipſis incluſus putrefactione erumpit, priſtinam naturam induit, & fluidus fit, & elaſticus. Athmoſphæra tanto aere ditata e vegetantibus erumpente maſſa, & volumine multum augeri debet ubi natura ita dvitias ſuas amittit, & iners fit; & in regiones fluere, ubi ſerius, aut ocius natura ſterilis, atque iners evadit. Hinc ex parte venti ad autumni finem paſſim ſpirantes.

Præcipua tamen ventorum cauſa vere, & autumno flantium ſunt frequentes illæ frigoris, & caloris vices, quæ hiſce præſertim anni tempeſtatibus contingunt, & athmoſphæræ ſtatum magis, quam aliis tempeſtatibus immutant. (846).

851. COROLLARIUM. *Ab hiſce cauſis modo ſimul, modo ſeorſim agentibus apte deducuntur phænomena, quæ ab hiſtoria naturali ventorum nobis exhibentur* (835).

EXPLICATIO. I. Boreas, & Auſter paſſim vehementes ſunt. Ratio ſatis patet. Quum ſol zonam torridam adurit ingentem in illius athmoſphæra rarefactionem parit, & a maribus il-

li

li ſub'ectis immenſa vaporum copia attolli debet. Tunc magno impetu zonæ torridæ athmoſphæra ita calore, & evaporatione intumeſcens ad polos refluere debet. Quum vero vapores, & exhalationes in zona torrida collectæ vetant, ne ſol regiones illas adurat, ſive quum in pluvias reſolvuntur, immenſum vacuum in illius zonæ athmoſphæra fieri debet. Aer itaque polos verſus accumulatus, & condenſatus a zonis temperatis in torridam, & a frigidis in temperatas magno impetu refluere debet.

Paſſim Auſter nubes congregat, Boreas diſſipat. Auſtro flante aer, in quo vapores ſunt, a magna æquatoris amplitudine ad punctum unicum, polos ſcilicet, tendit: pergit ergo directione convergente, qua vapores condenſantur. Flante Borea aer a polis ad æquatorem pergit; ejus itaque directio divergens eſt; propterea vapores rarefiunt, & diſſipantur.

II. Nives ſolutæ ventorum cauſa ſunt. Nives enim dum ſolvuntur magna ex parte in vapores abeunt, qui athmoſphæram, ubi locantur, plurimum tumefaciunt. Hinc athmoſphæræ hujus in finitimas regiones refluxus, & venti a regione flantes, in qua nives ſolvuntur.

III. Diverſus ſolis aſpectus periodicos ventos parere debet; hic enim in diverſis regionibus ſucceſſive varias anni tempeſtates efficit, quibus modo majorem, modo multo minorem rarefactionem, & evaporationem parit. Itaque athmoſphæra, cujus partes eaſdem vices ſubeunt, quas ſubjectæ regiones, periodice in diverſis regionibus condenſari, & rarefieri quotannis debet, & modo a plaga aliqua in finitimas refluere, modo ab his in illam. Hinc venti periodici.

IV. Aliquando in eadem regione venti ſpirare debent oppoſiti, alter quorum, exempli cauſa, auſtralis ſit, alter borealis. Inferior quippe athmoſphæra rarefieri poteſt, unde in auſtrum,

puta,

puta, excurret, dum ſuperior condenſabitur, unde in boream ruet.

V. Ventus interpolatis impulſibus ſpirare debet. Aeris excurſus enim a rarefactionibus, aut condenſationibus oriuntur, quæ non niſi ſubitæ, & intermittentes eſſe poſſunt in ſtratis aliis denſioribus, quæ neceſſario inæquali vi reſiſtunt diverſæ eorum denſitati, & elaſticitati proportionali. Variæ reflexiones, quas a montium incurſu aer hic ſubit, tum ex collium, ædificiorum, ſylvarum oppoſitione, plurimum conferunt ad alternos, interpolatos, & varios ventorum impulſus producendos.

VI. Infra terras quoque venti oriri debent. Infra terras ſiquidem corpora ſunt, quæ putreſcunt, fermenteſcunt, incenduntur, in calcem abeunt. Ex corporibus his ſolutis magna erumpit aeris copia, qui vi ſua expanſiva athmoſphæræ conjungi nititur modo per telluris meatus, modo per rupium ſciſſuras (719).

Actio ventorum.

852. OBSERVATIO. Vis ventorum eſt, ut in viribus omnibus motricibus, factum ex maſſa in volocitatem. Hujuſmodi eſt ventorum actio in naves, quas per maria impellunt, in molarum alas, in arbores, quas radicitus avellunt, in domos, quas diruunt (847).

I. *Molarum* alæ quatuor, quæ vectium munus gerunt, plana ſua oblique vento objiciunt, qui potentia motrix eſt. Ventus in plana hæc maxima velocitate continenter agens, & quovis momento impulſus ſuos iterans eas cogit perpetuo retrocedere; hoc efficere nequeunt, quin in gyrum moveantur, & ſecum axem, cui infixæ ſunt moveant, a quo tota machina movetur.

Machinæ hæ ita conſtructæ ſunt, ut pars earum mechanica tota ſupra axem verticalem, & im-

immobilem converti poſſit, ut ſemper vento ſpiranti alas objicere poſſint, eo ferme pacto, quo grus architectonica ſupra ſuum fulcrum convertitur (453).

II. *Flabella* tectis, aut turribus infixa venti directionem indicant; planum quippe, quod venti impulſui objiciunt ejus directionem neceſſario ſequitur. Verum non niſi venti, quo impelluntur, directionem indicant, qui ob varias reflexiones directionem ibi admodum diverſam habere poteſt ab ea, quam in aere ſupra colles, & ædificia ſito fortaſſe obtinet.

III. *Machinæ* illæ, quæ charta, aut ſerico panno in virgis diſtento conſtructæ, & prælongo funiculo adnexæ in aera attolluntur, ad maximam altitudinem venti impulſu aſſurgunt, & ſuſtinentur (*Fig.* 10).

Funiculus machinam A B, *a b* retinens ita ſemper alligatus eſt, ut planum A B, *a b* obliqua directione vento objiciatur. Itaque venti impulſus ſemper planum hoc inclinatum attollere nititur, quandiu ſub opportuno angulo venti impulſui illud objiciatur.

A vento ſæpius actionem experimur illi ſimilem, qua machina hæc attollitur; quum ſcilicet deambulantes umbellam, quam præ manibus habemus, oblique vento objicimus. Sentimus tunc, umbellam niti in aera attolli, noſque ſecum evehere.

853. CONCLUSIO. Ex hactenus expoſitis, & demonſtratis in hac aeris theoria, quanti pars iſta phyſicæ facienda ſit ſatis apparet. Etſi plura de hac volumina ſcribi poſſent, tamen quæ hac in re præcipua, & jucundiora ſunt brevi hoc tractatu nos collegiſſe ſperamus.

TRA-

TRACTATUS SEXTUS.

THEORIA LUCIS.

Ejus natura, origo, colores.

Leges propagationis lucis in oculo, & extra oculum. Optica, Catoptrica, Dioptrica.

Ejus ad ignem relationes: ignis elementaris, phlogiſticum.

Ejus ad fluidum electricum relationes: electricitas artificialis, & naturalis.

TRactatu hoc ſexto, quem in quatuor ſectiones tribuemus, lucis naturam, ſuæ propagationis leges, ejus cum igne, & cum materia electrica analogiam explicabimus.

SECTIO PRIMA.

LUCIS NATURA.

854. DESCRIPTIO I. LUx eſt tenue, ac nitens illud fluidum, quod oculos noſtros percellens in iis objectorum ſenſibilium imaginem, poſitionem, colores pingit.

I. *Lux ſubſtantia eſt ab organo vidente, & ab objecto viſo diſtincta*: medium enim eſt communicationis, quo oculus objecta a ſe ſejuncta attingit, & ſine quo in hæc objecta nihil poteſt.

II. *Lux eſt verum corpus*; motum enim habet qui neceſſario a maſſa in velocitatem prodit: quare non niſi vero corpori convenire poteſt. Hunc lucis motum, ut lubet, augemus, minuimus, reflectimus, refringimus: probat hoc evi-

den-

denter, lucem eſſe veram materiam, a qua duntaxat ſenſus noſtri affici poſſunt, quæque ſola experimentis noſtris ſubjici poteſt:

Tangere enim, & tangi niſi corpus nulla poteſt res.

Hinc apparet quam obſona ſit quorundam philoſophorum ſententia, qui lucem ſubſtantiam mediam inter corpus, & ſpiritum eſſe voluerunt.

III. *Lucis elementa, ſeu moleculæ tenuitatem obtinent ſupra quam mente concipere poſſimus,* quum vel minutiſſima objecta imaginamur. Quum enim lux a ſole ad nos veniat ſeptem, aut octo minutis (897), & ejus moleculæ velocitatem habeant ſaltem vicibus 1,422,917 illa majorem, qua bellici tormenti globus in mœnia incurrit (391); ſi hæ lucis moleculæ aliquam ad minutiſſima, quæ concipi poſſint, corpuſcula rationem haberent, earum maſſa in tantam velocitatem ducta immenſam pareret vim motricem, qua viventia omnia enecarentur, ſylvæ, ædificia, rupes disjicerentur, & concuſſiones in orbe fierent illis fortaſſe majores, quæ a maximis globis bellicis excitantur.

IV. Alibi oſtendemus, *lucis moleculas inter ſe maſſa differre*, alias aliis majores eſſe, & quamvis ſenſibilem lucis partem a corpore lucido emiſſam ſeptem diverſas molecularum ſpecies continere ſimul commixtas, quæ tamen ſeparari poſſunt, & concipi ſub imagine ſerierum globulorum A B, C D, E F, G H, quorum maſſa diverſa eſt (*fig.* 9)

Quum imperceptibilis molecularum lucis tenuitas illas a nobis obſervari non ſinat; quænam earum figura ſit certo definire non poſſumus: tantum igitur hac in re conjecturæ haberi poſſunt nihil docentes. Figura ſphærica magis lucis mobilitati, reflexibilitati, & refrangibilitati opportuna videtur: porro hanc ipſam minimis lucis moleculis phyſici paſſim tribuunt.

Radius lucis.

855. DESCRIPTIO II. *Radius lucis* dicitur materiæ hujus collectio mira velocitate a corpore lucido emiſſa, aut a lævi, & impenetrabili ſuperficie reflexa. Hujuſmodi eſt radius A C H in clauſum conclave per feneſtræ foramen admiſſus (*fig.* 15): hujuſmodi & radius CABC, qui e ſcintilla, aut e facula emiſſus, aut a ſtella C in oculum A B incuerit. (*fig.* 13)

I. Quum quælibet lucis particula maſſam habeat minimam, patet, ſolitariam harum partium feriem ſenſibilem in oculum impreſſionem non facturam, qui tunc in minima ſui parte percelleretur (*a*). Quare quilibet ſenſibilis lucis radius conſiderari debet tamquam faſciculus, ſeu conus lucidus plurimis parvis lucis ſeriebus C B A C conſtans (*fig.* 13)

II. Quantumvis parvum ſupponatur corpus lucidum, puta, ſcintilla e ſcilice excuſſa, ejus lux ad magnam diſtantiam undequaque conſpicitur. Scintilla hæc lucem ſuam ſenſibilem efficit in quovis conclavis alicujus puncto, a quo ad ipſam recta linea duci poſſit: debet ergo ſcintilla hæc C non unicum radium CR, ſed innumeros emittere, qui omnes divergentes veluti a centro ad omnia ſuperficiei ſphæricæ puncta protenduntur.

III. Corpora ergo lucida omnia, uti ſol, ſtellæ, fax cenſeri debent veluti *centra radiantia*, a quibus lucis radii recti, & divergentes quaquaverſum diffunduntur, una extremitate ad pun-

(a) *Lucis maſſam vocat auctor* infinite parvam: *minima quidem eſt, non tamen infinite parva; quare nos ab ea ita nuncupanda abſtinuimus*, Interpres.

punctum radians terminati, altera ad quodvis ſenſibile ſpatii ambientis punctum, in quo oculus ſtatui poſſit.

Prima hac ſectione magna duo lucis phænomena quantum licet explicabimus, ejus ſcilicet diffuſionem, & colores.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

DIFFUSIO LUCIS.

LUx, quæ die ſudo cæli ſpatia immenſa replere videtur, quæ nocte ſerena innumeris faſciculis ab oculo noſtro ad omnia cæli puncta radiantia diffunditur (*a*), eſt ne fluidum perſeveranter in natura exiſtens, quod ut luceat, a corpore lucido agitari, & impelli tantum poſtulet, an vero fluidum eſt, quod perpetua emanatione a corpore lucido, puta a ſole, & ſtellis erumpat? magnum eſt hoc inter Neutoni, & Carteſii diſcipulos diſceptandi argumentum, quorum ſyſtemata philoſophos in diverſa trahunt.

Sententia Carteſii.

856. SYSTEMA I. Cenſet Carteſius lucem eſſe fluidum extra corpus lucidum ſemper in univerſa natura diffuſum, & immenſa ſpatia replens, quæ inter nos, & aſtra interjacent: eſt illi lux materia globuloſa, dura, & incomprimibilis ſui ſecundi elementi (163). Globuli hi ab impulſu corporis lucidi incitati, puta, a ſolis

(a) *Non ab oculo ad cæli puncta radiantia, ſed ab his ad illum lux diffunditur.* Interpres.

lis rotatione, & fermentatione motum, ſeu tendentiam ad motum concipiunt, quæ ad immenſas diſtantias inſtanti temporis communicatur. (*fig.* 11)

Motus hic globulis corpus lucidum attingentibus communicatus, & ab his ſucceſſive globulis magis remotis ſi oculum afficiat; in ejus fibris organicam ſenſationem excitat, cui ſpiritualis animæ ſenſatio adnexa eſt. (*Met.* 176)

Quare juxta Carteſium lux, qua ſolem video, ejus imagine ibi ab ea picta, non eſt materia mira velocitate ab hoc aſtro emiſſa, ſed perpetuo inter ſolem, & me diffuſa, quam ſol fermenteſcens, & circa ſuum axem converſus movet, aut movere nititur. Globuli immediate ſolem tangentes impulſus habent, quos contiguis communicant, hi aliis; atque ita porro uſque ad oculum. Quum globuli hi omnes incomprimibiles ſint, & contigui, unico inſtante preſſio ab eo, qui ſolem attingit, ad eum, qui oculo inſiſtit, tranſmittitur. Concipe virgam ferream inflexilem, & incomprimibilem a manu tua ad ſolem productam: motus, ſeu niſus ad motum, quem ſol virgæ extremo imprimet, unico inſtante alteri extremo communicabitur, & a manu ſentietur.

CONFUTATIO. Syſtema hoc ferme jam abolitum ſtare nequit. (*fig.* 21)

I. Supponit enim vacuum in natura non dari: quam hypotheſim omnino falſam alibi confutabimus. (1399)

II. Inſtantaneam facit lucis propagationem, quam aſtronomicæ obſervationes ſucceſſivam probant (894). Solem, exempli gratia, in horizonte non videmus (omiſſa modo refractione) niſi ſeptem, aut octo minutis poſtquam ſupra horizontem aſcendit: quum lux ab ipſo procedens ſeptem, aut octo minutis tantum poſtquam ab illo emiſſa, aut excitata fuit oculos feriat.

III. Uni enim ex præcipuis proprietatibus adverſa-

ſatur, ejus nempe elaſticitati: quæ enim elaſticitas, & reflectendi facultas in globulis ſit duris, & incomprimibilibus, qui nullam reactionem, nec elaſticitatem habere poſſunt?

IV. Noctu eadem ferme luce, qua interdiu, illuſtrari deberemur. Vidimus enim in hydroſtatica ſi fluidium incomprimibile in vaſe pleno aliqua ex parte prematur, preſſionem ad omnes fluidi partes extendi (622). Quare quamdiu ſol S circa ſuum centrum convertitur, columnæ fluidæ, & lucidæ SAD, SBVD æque concuti debent, ac columnæ SB; & oculus poſt tellurem in D ſitus ſolis impulſum, unde viſio, ſentire debet, ac ſi in B ſitus eſſet.

857. NOTA. Carteſii diſcipuli, inter quos Malebranchius, & Privatus Molierius, magiſtri ſyſtema reformarunt, globulos duros, & incomprimibiles in comprimibiles, & elaſticos mutantes. Ita & *lucis reflexibilitatem*, cujus globuli perfecte elaſtici ſunt, & *ſucceſſivam lucis propagationem* explicant, quæ plura inſtantia ſucceſſiva neceſſario inſumere debet, ut comprimatur, & reagat per immenſam globulorum ſeriem SB, SAD, quorum elaſticitas non niſi ſucceſſive exerceri poteſt. (*fig.* 11.)

Verum hæc Carteſiani ſyſtematis reformatio, qua duobus ejus vitiis occurritur, neque falſam pleni hypotheſim, neque noctis illuſtrationem ab ipſo adimit. Sit enim ſol S, tellus T, & ambo globulis univerſum replentibus involvantur. Dico, oculum noctu in D poſitum ſolem viſurum non ſecus ac meridie ipſum in B videret. Oſtendo: Quum ſeries globulorum SA a ſole impulſa globulum A comprimit; hic compreſſus ad ſuos polos *m n* elongari debet, & motum ſuum ſeriei globulorum AD communicare. Oculus ergo in D poſitus a motu globulorum SAD, vel SBVD affici debet, ut in B afficeretur a motu globulis SB a ſole impreſſo. Poſita in globulis lucis perfecta elaſticitate, pa-

tet, in globulo A reactionem *m n* actioni, ſeu vi comprimenti æqualem futuram, hanc vero reactionem in D agere debere.

In ſyſtemate hoc ita reformato lux undequaque inſtar ſoni diffundi, ac omni directione propagari deberet; nec corpus impenetrabile lucido S, & oculo D interjectum obſtaculo eſſet; quod experientiæ adverſatur. Ergo ſyſtema etiam poſt reformationem ruit.

Sententia Neutoni.

858. SYSTEMA II. Statuit Neutonus, lucem non eſſe fluidum extra corpus lucidum, ſed eſſe minimarum particularum diluviem a corpore lucido indeſinenter, & mira velocitate emiſſam per ſpatia vacua ad immenſam diſtantiam recta procurrentem. Corpus lucidum eſt veluti ſphæræ centrum; lucis emiſſiones ſunt ejus radii.

Sententia hæc immenſum in natura vacuum ſupponit; dari hoc alibi oſtendemus. (1399)

PROPOSITIO.

859. *Lux eſt fluidum a corpore lucido emanans.* DEMONSTRATIO. I. Patet, lucem eſſe debere aut fluidum extra corpus lucidum jacens, & ab hoc excitatum, aut fluidum a corpore lucido emanans, & ab ipſo jaculatum: inter hæc non datur medium. At oſtendimus, lucem non eſſe fluidum extra corpus lucidum in univerſa natura diffuſum (857); ergo lux eſt fluidum a corpore lucido emiſſum. (*fig.* 13)

II. Hæc lucis origo phyſicæ legibus, & lucis phænomenis mire conſentit. Concipe enim tantum ſolem, & ſtellas ut immenſas fornaces vehementiſſimo igne ſuccenſas: ex his omnem ucis theoriam deduci videbis. Fornaces hæ innumeros tenuiſſimæ materiæ divergentes fluvios meittent, qui celerrimo motu, nulloque obſta-

culo

culo per immenſa ſpatia recta procedent. Hinc *mira lucis velocitas*, & motus per lineam rectam, & radios divergentes. Particulæ hæ fermentatione, aut accenſione a lucido corpore ejectæ, & per ſpatia vacua maxima velocitate motæ natura perfecte elaſticæ ſunt, & aliquando ſubſtantiis occurrunt, quas pervadere nequeunt; ab his ergo reflecti debent; hinc *lucis* in impenetrabile corpus incurrentis *reflexio*. Si hæ ipſæ particulæ in corpus penetrabile incurrant, quod aliquatenus primæ earum directioni reſiſtat, motum inflectent, & directionem mutabunt: hinc *lucis refractio*, quum a medio, ad medium tranſit non eodem modo acceſſibile, & permeabile.

III. Modus, quo ignem, & lucem excitamus, hactenus datæ ſolis, & ſtellarum ideæ conſentit. Fax accenſa non niſi ſubſtantiæ diſpendio collucet: lignum ardens lucem non parit, niſi conſumatur, & in tenuiſſimas partes diſgregetur, quas ignis quaquaverſus diſſipat. Noſtra igitur de lucis origine, & propagatione theoria ipſum eſt naturæ ſyſtema. Q. E. D.

Solvuntur Oppoſita.

860. OBJECTIO I. Si ſolis lux ſubſtantia eſſet ab ipſo emanans, jamdiu exhauſtus fuiſſet. Quanta enim lucis copia perpetuo a ſole efflueret, quæ immenſa ſpatia illuminans ad ſtellas uſque certo propagatur?

RESPONSIO. Phantaſiam magis, quam rationem objectio deterret: utrique opitulabimur oſtendentes, minimam eſſe hanc ſolis jacturam; & aliunde illum tantundem ferme acquirere, quantum amittit.

I. *Sol lucem emittere poteſt exigua ſuæ ſubſtantiæ jactura*; quum enim materia ſupra quam mente percipere poſſimus diviſa ſit (20): quum præterea in infinitum ſit diviſibilis (60); pa-

tet, tuto ſupponi poſſe materiæ partem quantumvis minimam, puta arenæ granulum, in totidem, imo plures partes diviſam, quam in immenſo cælorum ſpatio puncta ſenſibilia ſint (61). Lucis materia a ſole emiſſa ita diviſa ſupponatur: facile intelligemus qua ratione minima ſolaris ſubſtantiæ portio poſſit perpetuo effluvio ſpatia omnia inter ſolem, & ſtellas illuſtrare. Si moſci granum viginti annis, & ultra perpetuos corpuſculorum odorantium effluxus dare poteſt pondere ſuo ad ſenſum non imminuto (33, III.); quare immanis ſolis maſſa decies cencies millies tellure major, ſimilem effluxum non perferet nulla ſenſibili imminutione?

II. *Sol paulatim tantundem ſubſtantiæ lucidæ acquirere debet, quantum amittit.* Vorticem, ſeu ſyſtema ſolare nuncupemus ſpatium ſolem inter, & ſtellas interceptum, in quo planetæ, & cometæ convertuntur. Primo ſtellæ ut ſol lucidæ in ſyſtema ſolare tantundem ferme lucis jaciunt, quantum ſol in diverſa ſtellarum ſyſtemata: hoc materiæ lucidæ mutuum commercium ſolem exhauriri non ſinet. Dein lux a ſole in ſuum ſyſtema diffuſa, & inde non exiens maxima ex parte in ſolem recidit, quo ab ejus gravitatione attrahitur, quum jam projectionis motus extinctus eſt.

Quare poſita etiam magna lucis quantitate indeſinenter a ſole emiſſa, jactura hæc indeſinenter reparata ſolem minuere nequit; ſicuti vapores, & exhalationes perpetuo e tellure erumpentes ejus maſſam ad ſenſum non imminuunt; in illam enim recidunt aut eadem natura ſervata, aut in alia corpora converſa.

861. NOTA, Solis incendium ne putes illi ſimile, quod in corpore combuſtibili fieri vides. Fax accenſa paucis horis totam ſubſtantiam ſuam diſſipat; tota tamen ejus ſubſtantia in lucem non convertitur; magna pars in vaporem, & fumum abit; pars alia in aerem, alia in carbonem,

nem, & cineres. Si in partes decies, aut vicies centies milleſimas materiam facis divideres, vix unam fortaſſe, quæ lux eſſet, invenires.

At ſolis ſubſtantia, ea ſaltem, quam intima fermentatio in torrentes lucis ad nos uſque jaculatur, nec aerem habet, nec vaporem, nec cineres, qui extra hoc aſtrum diſſipentur, & a quo ad ſenſum imminui poſſit. Si ſol craſſas ſubſtantias illis ignis terreſtris ſimiles continet, hæ diviſæ, & conſumptæ in ipſum ſolem gravitate ſua recidunt; ſicuti Veſuvii eructationes in terram recidunt non procul a vulcano eas eructante.

862. OBJECTIO II. A noſtra lucis theoria abſurdum ſequitur: ultra ſcilicet remotiſſimas ſtellas, & extra mundum finitum in ſpatio infinito (*Met.* 439, 442) lucem eſſe, cujus motus in vacuo infinitum duraturus eſt perpetuo mira velocitate a ſuo fonte recedens. Ex theoria motus corpus velocitatem, & directionem ſuam ſervat, donec a cauſa extrinſeca non impediatur (207): atqui materia lucis in immenſa vacua conjecta nihil invenit, quo ejus directio immutetur, aut velocitas retardetur. Ergo lux hæc nullum corpus in itinere offendens primitiva velocitate, & directione infinitum moveri debet.

RESPONSIO. Facile cauſa aſſignabitur, qua lux a ſole, & ſtellis emiſſa ultra mundi limites infinitum non abibit. Cauſa hæc eſt materiæ ad quædam centra generalis gravitatio.

I. Lux, ut materia alia quævis, gravitatione donata eſt, qua aut ad ſolis, aut ſtellæ, aut planetæ, aut cometæ alicujus centrum tendit, ut alicui ex his corporibus propinquior eſt, magiſque ab illo attrahitur.

II. Lux ſolis, exempli gratia, ab hoc aſtro mira velocitate emiſſa cauſam habet retardantem & motum ſuum deſtruentem etiam in vacuo perfecto, ſuam ſcilicet in ſolem gravitationem,

quæ motus hujus perpetuitati opponitur, ſicuti glans plumbea e fiſtula bellica verticaliter projecta gravitatione ſua motum retardat, qui tandem ab hac totus deſtruitur, etiamſi aer iſti nullatenus reſiſteret. (1440)

III. Quare ſolis, & ſtellarum lux extra mundi limites projecta, gravitatione paulatim motum projectilem deſtruente tandem ad aſtrum ſeu lucidum, ſive opacum ſibi propinquius, cujus attractionem magis ſentiet, regredi debet.

Ex dictis apparet quam noſtra de origine lucis theoria ſimpliciſſimæ motus theoriæ concors ſit; quod non habet hypotheſis a nobis impugnata, in qua lux eſt fluidum corpori lucido circumfuſum, & immenſa naturæ ſpatia replens.

863. OBJECTIO III. In noſtra theoria lucis radii a pluribus corporibus lucidis emiſſi quum innumeris modis invicem decuſſentur, turbari, & invicem commiſceri deberent. Sint enim ad quatuor conclavis angulos quatuor candelæ accenſæ. Ex his hic binas tantum conſiderabimus. (*fig.* 20)

Quum corpus lucidum lucem per lineam rectam quaquaverſum diffundat, radius *a* A *a* a candella A ejectus ſiſti debet & interturbari ab oppoſito radio *b* B *b* a candela B emiſſo. Si horum radiorum vires ſunt æquales, vividior tantum candela videri debet: hoc tamen experientiæ adverſatur.

RESPONSIO. Abuſus in ſcientia invaluit, ut peculiari ſententiæ, quæ impugnatur illa opponantur, quæ & ſententiæ, quæ propugnatur æque opponi poſſunt. Hujuſmodi eſt difficultas propoſita, quæ cuivis de natura, & propagatione lucis ſententiæ communis eſt (901). Patet ſiquidem, lucem aut eſſe fluidum e corpore lucido emiſſum, aut fluidum extra corpus lucidum jacens, & ab ipſo impulſum: neque inter hæc medium datur. Atqui difficultas propoſita æque viget ſive radii *a* A *a*, *b* B *b*, A R,

A B

B R preſſione, ſive projectione colluceant.

I. Qui lucem *preſſione* produci volunt, reſpondent, candelas A, & B impellere diverſas ſeries in directum poſitas globulorum; qui ratione maximæ tenuitatis moventur, aut moveri nituntur ſeorſim alii aliis proximi, ſingulorum actione non turbata. Poteſt ne reſponſio hæc pleno, & fluido plenum hoc replenti conciliari?

II. Qui lucem *emanatione* produci contendunt, & probant, reſpondent, moleculas a candelis A, & B emiſſas, quum multo tenuiſſimæ ſint, facile in vacuo, in quo moventur, liberas ſemitas invenire, ubi nullum obſtaculum offendunt: ſi vero moleculæ aliquæ ſibi occurrant, eas juxta leges corporum elaſticorum reflecti, quin in oculum, quem ingrediuntur, ſenſibilem candelæ imaginem pingant, quum neque ea copia, neque eo ordine, qui ad hoc præſtandum requiritur, illuc adveniant.

Si mille ſimul faces alicubi arderent, idem oculus eas omnes ſimul videre poſſet; radii enim a ſingulis ejecti in vacuis D, aut R, in quibus decuſſantur, vias liberas inveniunt, per quas omnes tanta copia tranſire poſſunt, quanta ſatis eſt ad oculum ſenſibiliter afficiendum, & objectum a quo emittuntur, in eo pingendum.

Pari modo lux reflexa directæ motum non perturbat; utraque enim in vacuis ſpatii, per quod movetur, vias invenit, per quas tenuiſſimæ ejus moleculæ libere tranſeunt. Quantumvis intenſa in aliquo ſpatio R lux ſit, omnes ejus moleculæ in maſſam collectæ ne centies millies milleſimam quidem partem ſpatii, in quo moventur, occuparent. Quid ergo mirum, ſi moleculæ hæ in hoc ſpatio moveantur, & decuſſentur curſu non perturbato?

III. Difficultas hæc, non modo theoriam noſtram non infirmat, imo fulcit, ac comprobat; apte enim in hypotheſi vacui ſoluta, alteram

hypotheſim, quæ unica illi ſuffici poſſet, prorſus evertit.

Lucem, ajebat Ariſtus, facilius cum Carteſio intelligo, quam cum Neutono: ego vero, reponebat Clitander, facilius cum Neutono, quam cum Carteſio. Noſtrum eſt igitur ſcrutari quænam lucem intelligendi ratio naturæ conformis ſit, quæ non ſemper res efficit eo modo, quo nos eas facilius percipimus. Atqui lucis, motus, aſtronomiæ phyſicæ theoriæ omnes Carteſii hypotheſi adverſantur: non ergo hæc naturæ conformis eſt. (*a*)

§. II.

COLORUM DIVERSITAS.

864. OBSERVATIO. Colorum ſenſatio ab ejus cauſa ſedulo diſtinguenda eſt.

I. *Colorum ſenſatio* in anima conſiderata eſt ipſius animæ modificatio ſpiritualis, cujus natura nihil ſpectro colorato ſimile habet, quod extra ipſam ejus terminus, & objectum eſt.

II. Mentalis hæc colorum ſenſatio a binis cauſis oritur, altera *homini intrinſeca*, nempe impreſſione in retina, altera *homini extrinſeca*, corporis ſcilicet diſpoſitione hanc in oculo affectionem producentis. Hic de extrinſeca tantum colorum cauſa, ſeu de materia hanc ſenſationem producente ſermo eſt.

865. OBSERVATIO II. Phyſici omnes conſentinnt, extrinſecam colorum cauſam eſſe ipſam lucis

(a) *Quum iſta pertractas Clariſſimi Euleri de luce diſſertationem conſulere ne omiſeris.* Interpres.

lucis materiam; at in lucis natura, & actione in oculum explicanda non conſentiunt.

I. Carteſio lux tota homogenea eſt: ejus moleculæ nec natura, nec maſſa, nec figura diverſæ ſunt: *fluidum hoc homogeneum* tamen diverſas vibrationes a corpore lucido ſubire poteſt, a quo agitatur, atque impellitur. Hæc vibrationis ſpecies in oculo impreſſionem facit, qua unici coloris, puta viridis, in anima ſenſatio oritur: illa vibrationis ſpecies fortior, aut lenior, aut diverſa ratione excitata aliam in oculo impreſſionem facit, unde in anima alterius coloris, puta cærulei, aut rubri ſenſatio: alia vibrationis ſpecies ab his diverſa oculo, & animæ diverſi a præcedentibus coloris ſenſationem excitabit; atque ita de reliquis.

II. Neutono lux eſt *fluidum heterogeneum* ſeptem molecularum ſpeciebus conſtans maſſa, aut figura, aut utraque inter ſe diverſis; veroſimilius tamen maſſa tantum. Inter has, quæ lucem efficiunt, (*Fig.* 9) una eſt A B, quæ rubri tantum ſenſationem ſemper parit, altera C D, quæ crocei tantum, altera E F, quæ tantum cærulei, alia G H, quæ tantum violacei; atque ita de reliquis.

Carteſio roſa, & viola duas diverſas oculo impreſſiones faciunt, etſi eandem materiæ ſpeciem in oculum reflectant: lux enim homogenea, & ſimilibus globulis tota conſtans natura, volumine, figura, a roſa reflexa motum concipit, & vibrationem admodum ab ea diverſam, qua a viola reflectitur. Evidens eſt, inquiunt Carteſius, & Malebranchius, quemlibet lucis globulum moveri poſſe & *motu directo*, quo per lineam rectam feratur, aut ferri nitatur, & *motu circulari*, quo circa ſuum axem agatur, aut agi nitatur. Binæ hæ motus ſpecies compoſitæ ſimul infinitum variari poſſunt: porro hæc motuum ſimul compoſitorum varietas illa eſt, qua oculus diverſas ſenſationes obtinet,

unde diverſæ eveniunt colorum perceptiones. Eadem lucidæ materiæ quantitas data motus directi, & circularis quantitate oculum afficiet ſenſatione coloris rubri; diverſa motus ſeu directi, ſeu circularis quantitate diverſam a præcedente oculo impreſſionem faciet; unde viridis, aut violacei perceptio exorietur.

Neutono roſa, & viola duas in oculo diverſas impreſſiones faciunt, propterea quia duas diverſas materiæ lucidæ ſpecies ad oculum reflectunt. Exempli cauſa (*Fig.* 9), *roſa* omnes lucidarum molecularum ſpecies abſorbet, aut diſſipat, demptis moleculis A B, quarum eſt rubri ſenſationem parere: has ſolas ad oculum reflectit; & oculus rubri ſenſationem habet. *Viola* omnes lucidarum molecularum ſpecies abſorbet, aut diſſipat, demptis moleculis G H, quarum eſt violacei ſenſationem excitare: has ad oculum tantum reflectit; & oculus violacei ſenſationem habet.

Nullus de his diſputandi finis factus fuiſſet, niſi experientia rationi auxilio veniſſet. Magnus Neutonus lucem diſſolvere, & ad analyſim revocare aggreſſus eſt, ſicuti chemia majora corpora diſſolvit; & ſuis miris experimentis ſententiam ſuam demonſtravit. Porro ejus experimenta præcipua, & inventa ſunt hujuſmodi.

Lucis analyſis.

866. EXPERIMENTUM. Sit conclave ſoli adverſum, cujus feneſtræ clauſæ nullum luci aditum ſinant, niſi per foramen diametro ferme unius pollicis. Solis radio A C H obiiciatur priſma cryſtallinum B C: ſequentia apparebunt. (*Fig.* 15).

I. Radius A H a prima ſemita A C H curvabitur in C, divaricabitur, & in oppoſita charta alba M N ſeptem diverſos colores pinget in totidem diſtinctos circellos diviſos. Erunt hi hoc

hoc ordine a minus curvatis incipiendo: *ruber*, *croceus*, *flavus*, *viridis*, *cæruleus*, *purpureus*, *violaceus*.

II. Si charta M N in aliquo ex his circellis, puta in rubro *r* perforetur, & radius hic ruber ſolitarius per aliud priſma cryſtallinum D E trajiciatur, radius hic iterum curvabitur, & divaricatus in aliam chartam F incidet; in hac tamen color unicus, ruber ſcilicet, apparebit.

III. Si in alio circello, puta in violaceo *v* charta M N perforetur; hic radius in P a priſmate, ſeu a quibuſvis priſmatibus ſucceſſive refractus, & diviſus nunquam alium, præter violaceum, colorem exhibebit. Ita circelli viridis radius quibuſvis priſmatibus trajectus non niſi viridem colorem exhibet: ita & reliqui.

IV. Etſi charta ejuſdem ubique coloris albi ſit, illius locus, in quem incidunt radii rubri rubro colore pingitur; locus, in quem cadunt violacei, violaceo pingitur; ita de ceteris. Si loco chartæ albæ flava ponatur, aut rubra, locus adhuc in quem cadent radii virides, viridis apparebit, in quem violacei, violaceus.

V. Si magna lente cryſtallina radii hi in circellos diſperſi in unum colliguntur, verſicolores hi radii ſimul collecti communem colorem induunt, qui albus eſt. Iterum a collectione per priſma refracti, in varios colores ut antea ſeparantur: hoc vero in unica ſpecie ſeparata, puta in rubra, non contingit: hæc per lentem collecta, dein per quotvis priſmata tranſmiſſa non niſi rubrum colorem unquam exhibet, quæcumque ſit ejus denſitas, & quodcumque ſit corpus, in quod incidit.

Ex hoc experimento plæraque in Carteſium & Malebranchium deſcendunt, qui lucem homogeneam faciant, & colores ex variis hujus materiæ, ſive elaſtica ea ſit, ſive non ſit, vibrationibus deſumunt. Aliqua ex his perſequemur.

Colores in radiis.

867. COROLLARIUM I. *Lucis materia heterogenea*; ejus enim moleculæ per priſm tranſeuntes CB aliæ magis, aliæ minus refringuntur, quod contingere non deberet, ſi partes omnes radium AC componentes eadem maſſa, & figura donarentur (*Fig.* 15).

I. *Radii rubri* ſemper minus refringuntur, minuſque a recta, & communi ſemita ACH recedunt: hoc ideo erit, quod radii hi majore maſſa præditi, adeoque majore vi motrice cauſæ refringenti CB fortius & efficacius reſiſtunt.

II. *Radii violacei* omnium maxime refringunur; certe quia quum minorem maſſam habeant omnium minimam vim motricem obtinent, & facilius, magiſque cauſæ refringenti CB obſequuntur.

III. Eadem ratione *reliquæ radiorum ſpecies* eo magis refringuntur, quo minorem vim motricem habent, quam vi refringenti opponant. Quare maſſa lucidarum partium ſucceſſive a ſpecie rubra ad violaceam decreſcere debet ordine ſuperius indicato. Radii rubri craſſiores erunt, dein decreſcendo crocei, flavi, virides, cærulei, purpurei, violacei.

IV. Minimus radius lucis vel capillo tenuior in ſeptem hos colores dividitur, ut craſſior experimenti præcedentis. Unde ſequitur, radium quemvis ſenſibilem a ſole emanantem ſeptem molecularum ſpecies continere, quæ etſi ſimul commixtæ, maſſa tamen inter ſe differunt.

868. COROLLARIUM II. *Colorum diverſitas a radiorum, non a vibrationum diverſitate oritur*. Radiorum enim ſpecies ſolitaria, puta rubra, per lentem collecta, dein priſmate refracta, & diviſa, aut pluribus, ſi lubet, priſmatibus, in charta alba, aut viridi, aut flava nun-

nunquam niſi rubrum colorem pingit. Quare nam radii hi rubri lente collecti, pluribus priſmatibus refracti, a variis objectis reflexi variis vibrationibus non agerentur, ut quum tranſeunt per priſma BC? quare variis modis vibrati diverſos colores non exhiberent ſimiles pictis in charta MN, ſi colorum diverſitas a diverſa radiorum vibratione, non a diverſa eorum natura oriretur?

Recens obſervator Neutonum erraſſe putavit, quoniam ſibi viſus fuit radium rubrum *r*F in varios colores diviſiſſe. Ipſe quidem hallucinatus eſt; radium enim rubrum impurum ſumpſerat, & aliis adhuc coloribus commixtum. Exquiſita priſmata, & ſummam diligentiam experimentum poſtulat: ceterum certum eſt; illudque Nolletus fecit Pariſiis, ut Neutonus Londini (*a*).

869. COROLLARIUM III. *Septem tantum colores primigenii in natura ſunt.* Colorum enim diverſitas in radiorum diverſitate ſita eſt; horum vero ſeptem tantum ſpecies ſunt.

870. COROLLARIUM IV. *Colores primigenii ſunt immutabiles*; a quovis enim corpore reflexi, aut refracti iidem perſeverant. Sit, exempli cauſa, ſpecies aliqua colorum primigenia, veluti radius ruber *r* purus, & ſolitarius. Radius hic charta exceptus, vel panno albo, nigro, viridi, flavo, ſemper ruber apparet. Idem radius per vitrum coloratum viridem, aut flavum tranſmiſſus, ſive per cæruleum, aut purpureum ſemper ruber perſeverat. Idem in quavis colorum ſpecie primigenia contingit; quælibet

(a) *Nulla ferme per hos dies tota Europa urbs eſt, ubi phyſica ſtudia vigeant, in qua pari ſucceſſu experimenta iſta jam peracta non fuerint.* Interpres.

libet ſuum colorem ſervat, utcumque refringatur, aut reflectatur.

871. COROLLARIUM V. Colorum diverſitas in corporibus a diverſitate radiorum, quos ad oculos reflectunt, exoritur; ſunt enim colores radii ipſi, qui oculum afficere, ibique objectum pingere nequeunt, niſi quatenus ab illo reflectuntur.

I. Purpura in oculo rubri ſenſationem excitat; pannus hic enim omnes radiorum ſpecies abſorbet, præter rubram, quam ad oculum reflectit. *Crocus* oculo flavus apparet; omnes enim radios ebibit præter flavos, quos ad oculum remittit. Ita de ceteris.

II. *Albus* color eſt colorum omnium ſimul commixtorum, & uniformiter reflexorum collectio. Lilium nobis album videtur, quia ad oculum æqualem ſeptem radiorum copiam reflectit. Quare albus eſt color compoſitus, & omnium maxime compoſitus.

III. *Niger* eſt omnium colorum privatio. Conclave, in quo ſupellex die variis coloribus colluceat, noctu nigrum videtur; ſupellex enim nullam amplius ad oculum radiorum ſpeciem reflectit. Veſtis die nigra videtur; hic enim pannus maximam omnium colorum copiam æque abſorbet, nec niſi minimam, ſed ferme æqualem omnium colorum primigeniorum quantitatem ad oculum reflectit; unde retina languidam tantum impreſſionem ſentit ex omnium colorum mixtione, ex qua nigri coloris ſenſatio oritur. Niger albo oppoſitus eſt; ſicuti enim corpus album maximam omnium radiorum copiam reflectit; ita nigrum colores omnes æque abſorbet, nec niſi minimam cujuſque ſpeciei quantitatem æque reflectit.

IV. Duorum primigeniorum colorum *mixtio* tertium efficit cuique participantem. Exempli cauſa, (*Fig.* 15), lentis ope ſi duo radii jam priſmate depurati, rubeus *r*, & violaceus *v*, ſimul

ſimul juncti in chartam albam incidant, chartæ locus iſte colore pingetur nec rubro, nec violaceo, ſed utrique participante.

Radii efficaces, & inefficaces.

872. OBSERVATIO. Poſſunt cum nonnullis phyſicis in luce ab objectis reflexa diſtingui radii efficaces, & inefficaces.

I. *Radii efficaces* ii ſunt, qui *præcipuam* in oculum *impreſſionem* faciunt, a qua, ut magis vivida, reliquæ languidiores veluti extinguuntur, quæ idem oculi punctum afficiunt.

II. *Radii inefficaces* ii ſunt, qui in oculum impreſſionem quidem faciunt, ſed ita languidam, ſed ex vividiore in idem oculi punctum, ab aliorum radiorum copia ferme nullam. Exempli gratia, purpura mihi tantum rubra videtur, etſi in oculum cum radiis rubris alios quoque virides, flavos, violaceos reflectat: rubri enim multo majori copia majorem, & præcipuam impreſſionem faciunt, qua a reliquis animæ animadverſio diſtrahitur.

Hæc *ſenſationum præcipuarum, & efficacium* theoria experientiæ maxime conformis eſt. Scimus enim, ingentem fragorem debilis ſoni ſenſationem in aure impedire, quem in ſilentio optime audiret: grave vulnus a milite in pugna acceptum levis puncturæ ſenſationem nullam reddere; magnum animi motum a minoris momenti rebus animum avertere.

PROPOSITIO.

873. *Colorum diverſitas a diverſis radiis oritur a corpore lucido projectis, & ab opaco reflexis, ſeu mixtis, ſeu ſeparatis.*

DEMONSTRATIO. Propoſitio a demonſtratis conſequitur. Ex lucis analyſi conſtat, ejus moleculas eſſe heterogeneas; eandem radiorum ſpe-

ſpeciem, puta rubram, quomodocumque rarefa-ctam, aut condenſatam, aut modificatam non niſi rubri ſenſationem excitare: hos radios quomodocumque per priſmata etiam colorata refractos, vel a quibuſque corporibus reflexos unice, & ſemper rubrum colorem exhibere. Idem experientia teſte de ceteris ſpeciebus dici poteſt, quæ omnes primigenium ſuum colorem tantum afferunt (866). Ergo certum, ac demonſtratum eſt, *radios a corpore lucido effluere*, & diverſos corporum colores oriri a diverſis radiis a corpore lucido emiſſis, & ab opacis corporibus refractis. Q. E. D.

874. COROLLARIUM. *Ergo ſola Newtoni de coloribus theoria admitti poteſt*: ſola enim experientiæ nnititur, & phænomenis eſt conſentanea.

Quum colores in radiis eſſe dicimus, nullam his radiis coloratis occultam qualitatem tribuimus, nihilque a materia, & motu diverſum, quod ullo pacto coloratis imaginibus ſimile ſit, a quibus coram objectis anima afficitur. Colores in radiis ſunt tantum proprietas, quam ſua maſſa, & velocitate obtinent in oculi fibras impreſſiones quaſdam efficiendi, unde oriuntur imagines, ſeu ſenſationes in anima coram objectis coloratis, quas colorum imagines, ſeu ſenſationes nuncupamus (*Met.* 173, 176). Exempli cauſa,

Radii rubri quum croceis maſſam majorem habeant, velocitatem æqualem, patet, illos ab his diverſam organicam impreſſionem facere debere; quid vero præterea requiras, ut omnino diverſæ in anima ſenſationes habeantur? fortior in oculum a craſſioribus radiis impulſus intimam in anima rubri ſenſationem excitabit. Languidior impreſſus a radiis aliquanto minoris maſſæ, croceis ſcilicet, crocei in anima ſenſationem pariet; minori adhuc impulſui a violaceis radiis, qui minimam omnium maſſam obtinent, violacei ſenſatio adnexa erit. Si tres hi diverſi im-

impulſus in tria diverſa retinæ puncta ſimul fiant; tres modo expoſitas ſenſationes anima ſimul habebit. Nihil ergo diverſorum colorum perceptio ſupponit aut in radiis, aut in objectis radios ad oculum reflectentibus ſimile coloratis imaginibus, quas anima percipit (190).

Oppoſita diluenda.

875. OBJECTIO I. Si radii ſolis heterogenei ſunt, ſi maſſa, & refrangibilitate differunt, cur dum per athmoſphæram tranſeunt, in qua certe refringuntur, in ſeptem primigenios colores non ſeparantur?

RESPONSIO. Objectio cuivis de coloribus ſyſtemati communis eſt, & in quovis facile reſolvitur dicendo, experientia duce, refractionem quamvis non ſufficere ad lucem in ſuos colores ſeparandam. Ad hoc enim debet radius magnam refractionem ſubire, qua radii verſicolores invicem ſegregari poſſint, & ad ſpatia referri inter ſe diſtincta, a quibus ad oculum reflectantur. Hujuſmodi eſt refractio a vitreo priſmate effecta, & ab aqueis globulis in athmoſphæra quum iris apparet (808).

At quamvis lux in feneſtra vitrea, in aqua quieſcente, in athmoſphæra refringatur; non ſatis refringitur ad diverſos colores oſtentandos; radii enim parum nimis invicem ſegregati in idem ſenſibile objectorum punctum incidunt, & ad ſenſum, ut ante refractionem, mixti reſiliunt.

876. OBJECTIO II. In noſtra theoria pratum viride apparet, quod virides radios reflectat, ceteros ebibat. At ſi pratum hoc per vitrum rubrum inſpiciamus, rubrum apparebit; ſi per flavum, aut violaceum vitrum, flavum, aut violaceum pratum apparebit. Nonne notiſſimum hoc experimentum Neutoni theoriam evertere videtur?

Ra-

Radii a prato, aut ab abrorum foliis reflexi viridis coloris in oculo, & in anima ſenſationem excitant, quum ad oculum per nullum vitrum tranſmiſſi pertingunt. Radii hi ipſi per vitrum coloratum tranſmiſſi naturam mutant, fiunt enim pro vitri colore, rubri, flavi, violacei. Non ergo, ut vult Neutonus, immutabiles ſunt; ergo ex diverſis modificationibus, quas ſubire poſſunt, fient ſucceſſive virides, flavi, rubri, violacei, ut vult Carteſius.

RESPONSIO. Experimentum hoc, quod tam multum Carteſio favere videtur, facile cum Neutoni theoria certiſſimis experimentis confirmata conciliatur. Natura ſibi nunquam adverſatur. Quum duo de eadem re experimenta pugnare videntur, alterum perperam ſumi certum eſt, & utrumque ad errorem detegendum iterum ad trutinam revocandum.

I. Certiſſimis, & millies iteratis experimentis conſtat, poſt refractionem radium lucis in ſeptem diverſas ſpecies ſeparari; harum una, puta viridis, non niſi viridem colorem unquam exhibet, quicumque corporis reflectentis, aut refringentis color ſit: ergo radii a prato, aut a frondibus reflexi non ſunt virides tantum ab omni alia rubrorum, flavorum, violaceorum &c. ſpecie depurati.

II. Pratum, & ſilva viridem nobis colorem exhibent, quod multo majorem ceteris radiorum viridium copiam ad oculum reflectant, etſi non exiguam aliarum quoque ſpecierum radiorum copiam reflectant. Specie itaque viridis *præcipuam* hic *impreſſionem* efficit (872), a qua ſibi congrua ſenſatio excitatur: reliquorum radiorum impreſſio ſatis languida ab hac obruitur, & veluti extinguitur.

III. Quum deinde pratum, aut ſilva per vitrum coloratum inſpicitur, puta per rubrum; non amplius objecta hæc viridia apparent:, radii enim virides ab his reflexi a vitro rubro

abſo-

abſorbentur, aut diſſipantur, nec ad oculum tranſire ſinuntur. Pratum, & ſilva rubrum colorem exhibent; modica enim radiorum rubrorum copia, quæ aliis commixta reflectitur, ipſa tantum per vitrum rubrum libere tranſit, & oculum ingreditur, ubi ipſa tunc *præcipuam impreſſionem* facit, & analogam excitat ſenſationem.

Objectum, puta pratum, per vitrum coloratum inſpectum, ſemper colore ipſius vitri tinctum apparet: vitrum hoc enim omnes colorum ſpecies abſorbet, præter eam, quam partim reflectit, partim per ſuos poros traiicit. At pratum hoc per vitrum coloratum viſum minori ſemper claritate videtur; exiguam enim radiorum a prato reflexorum copiam vitrum hoc ad oculum tranſire ſinit. Lux hæc tamen ita tranſmiſſa adhuc ſatis ſenſibilis eſt; impreſſio enim ab his radiis effecta ſatis eſt ad tenuiſſimas retinæ fibras percellendas, & mentis attentionem ad præſens objectum excitandam quo tempore objectum hoc nullas vividiores, & aptas hanc obruere impreſſiones efficit. (872)

IV. Præſens itaque difficultas ſolvitur dumtaxat puros, & homogeneos radios ab heterogeneis, & mixtis diſtinguendo, quos corpora reflectunt. Nullum eſt in natura corpus, quod unicam radiorum ſpeciem reflectat: ſpecies potiſſima ab objecto reflexa, puta a purpura, oculi ſenſationem, & colorem ab anima corpori attributum determinat. At hoc objectum cum ſpecie potiſſima, puta cum rubra, ex reliquis quoque ſpeciebus radios reflectit. Quum vero vitrum coloratum oculo interpoſitum radios coloris ſibi analogi tantum tranſmittit, oculus objectum eo tantum colore videre debet, quo afficitur, puta violaceo, ſi vitrum violaceum ſit.

877. OBJECTIO III. Cuinam perſuadeas, herbam omnes colores abſorbere præter viridem,

pur-

purpuram omnes, præter rubrum, quem refle-ctit; oculum morbo regio laborantem colores omnes ebibere, aut diſſipare, præter flavum, quem ad retinam traiicit? Quo phyſico machinamento inter ſeptem colores a ſole emiſſos herba viridem ſegregabit, ut hunc reflectat, ceteros abſorbeat? Nonne poeticis inventis Neutoni theoria comparanda eſt?

RESPONSIO. Facile *phænomena* hæc *dari poſſe* concedet quicumque aliquantum in phyſica, in chemia, in varia corporum textura, in interſtitiorum varietate, & affinitatis ad varios radios diverſitate veſatus ſit. Certo vero *dari* affirmabit quicumque invicta experimenta perpenderit, quibus probatur, radiorum ſpeciem homogeneam cuicumque corpori ſuum proprium colorem inducere (866). Phyſicus non magis hæc phænomena mirari debet, quam alia innumera omnibus nota, & a nemine in dubium revocata. Machinamentum phyſicum, quod hic impugnatur, fortaſſe partim in diverſa *corporum textura* ſitum eſt, partim in *diverſa* horum corporum ſeu ſimplici, ſeu complicata diverſis radiorum ſpeciebus *affinitate*.

I. Quare aqua ſalis duriſſimi, & graviſſimi fruſtum liquat, & abſorbet, dum ceram mollem & levem non ſolvit? quare aqua fortis cupri, aut argenti fragmenta abſorbet, auri vero, aut vitri intacta relinquit? quare panni nonnulli rorem attrahunt, dum alii reſpuere videntur? idem dicas de innumeris aliis phyſicis phænomenis.

Patet, phænomenis hæc magna ex parte ſaltem a naturalibus affinitatibus, & a peculiaribus attractionibus proficiſci, inter aliquas ſubſtantias intercedentibus, quæ in aliis non inveniuntur. (93, 136, 137)

II. Nonne omnino veroſimile eſt, id ipſum in colorum phænomenis contingere? Diverſa corporum contextura, pororum diverſitas, affinitates diverſæ nonne evidenter efficere poſſunt,

ut pratum virides radios reflectat, purpura illos abſorbeat? Juxta hanc theoriam, quæ evidenter dari poteſt, & veram eſſe veroſimillimum eſt,

Herba maxima ex parte radios abſorbet, viridi ſpecie tantum excepta; ſive quod primis maximam habeat affinitatem, poſtremis nullam: ſive quod ita poſtulet partium textum, & interſtitiorum figura. (198)

Purpura ex ſubſtantiis, quibus in tinctura imbuta fuit & novam texturam, & peculiarem affinitatem adepta eſt radiis omnibus, quos abſorbet, exceptis rubeis, quos non attrahit, ſed libere agere ſinit.

Non tamen herba, & purpura radios omnes ebibunt, quibus affinitatem habent; neque enim herbæ, & purpuræ puncta omnia, in quæ lux incidit, natura perfecte ſimilia ſunt, adeoque nec eandem radiis abſorbendis affinitatem habent; præterea nec poros habent radiis his excipiendis æque diſpoſitos. Hinc radiorum pars, quæ his corporibus minorem habet affinitatem, ejus attractionem eludit, & propria elaſticitate reflectitur.

Vitrum achromaticum radiorum ſpeciebus omnibus tranſitum offert; ejus enim interſtitia radiis omnibus æque patentia ſunt. Vitrum rubro colore intime infectum a ſubſtantiis vitreis ſuis moleculis intime conjunctis interſtitia habet facilius a radiis permeabilia, & peculiarem affinitatem nanciſcitur radiorum ſpeciebus omnibus, rubra excepta: hac affinitate radios omnes abſorbere nititur, rubeis exceptis, quos non attrahit.

Qui morbo regio laborat objecta omnia flava videt; ſive quod oculorum humores radiis flavis dumtaxat aditum præbeant; ſive quod hi humores affinitate ſua ſimplici, aut complicata radios omnes abſorbeant, præter flavos, quibus affinitatem non habent, quique aut unici, aut ma-

majori copia ad retinam pertingentes præcipuam & prævalentem impreſſionem faciant. Morbus hic infirmo id efficit, quod vitrum flavum perpetuo oculis admotum.

878. OBJECTIO IV. Reſponſio hactenus allata principia contradictoria continere videtur. Sit enim vitrum coloratum, puta rubrum. Si quæras cur vitrum rubrum videatur; audies ideo rubrum videri, quia radios rubros reflectit, ceteros abſorbet. Si deinde quæras cur vitro hoc oculis admoto objecta omnia rubra videas; audies, a vitro hoc radios tantum rubros tranſmitti, ceteros abſorberi. Solos radios rubros reflectere, hos ſolos tranſmittere nonne duo ſunt inter ſe pugnantia?

RESPONSIO. Omnium radiorum rubrorum reflexio, nonnullorum tranſmiſſio in eodem objecto ſane pugnarent. At eorum partem reflectere, partem tranſmittere nihil pugnat.

Vitrum interius, & exterius rubrum radios omnes abſorbet præter rubros, quin qua id ratione fiat probe ſciamus. Rubrorum vero partem a moleculis ſuis ſolidis reflectit, partem per poros traijcit, per quos libere tranſeunt. Pars reflexa ad oculum delata vitrum reſpicientem illud rubrum exhibet; pars traiecta ad oculum poſt vitrum in ipſo objectum pingit, a quo reflexa fuit, rubro colore tinctum, & vitrum ipſum, per quod traijcitur. (*)

879. NOTA. *Vitrum rubrum* per vitrum viride inſpectum viride apparet; ut enim ad ſecun-

(*) *Vitrum a poſtica parte in hac obſervatione videtur, non per radios rubros, quos tranſmittit, ſed per eos, quos etiam ab hac parte reflectit: hi vero ab aliis objectis ad vitrum adveniunt, & ab ejus poſtica ſuperficie, atque intimis partibus reflectuntur.* Interpres.

cundam objectionem diximus, objecta oculo nudo ejus coloris apparent, cujus ſunt maxima ex parte radii ab illis reflexi. Porro hi radii plures ſemper ex aliis ſpeciebus admixtos habent. Vitrum de quo nunc ſermo, *rubrum videtur* oculo nudo: quod potiſſima reflexorum radiorum pars rubra eſt. Idem vitrum per aliud viride inſpectum *viride apparet*; radii enim rubri, quos copioſius reflectit, a vitro viridi abſorbentur, quod ad oculum virides tantum exiguæ aliorum quantitati commixtos a vitro rubro reflexorum tranſmittit.

880. OBJECTIO V. Juxta Malebranchium colorum diverſitas oritur a diverſis *vorticillorum elaſticorum*, quibus lux conſtat, vibrationibus. Vorticilli hi variis vibrationum gradibus aguntur & in directum, & circa proprium axem. Datus vibrationis gradus directæ, & circularis in his vorticillis rubri ſenſationem excitat: alius vibrationis gradus in his vorticillis omnino ſimilibus, & homogeneis viridis ſenſationem parit; atque ita de ceteris. In quo ergo peccat ſimplex hoc, & ingenioſum ſyſtema?

RESPONSIO I. Colorum theoria neceſſario lucis theoriæ adnexa eſt. Si ergo Malebranchii de lucis natura, & propagatione ſententia falſa eſt: ſecum & ejus de coloribus ſententia ruat oportet. At re ipſa falſa eſt Malebranchii theoria. Quid enim fabulam ſapit magis *hiſce vorticillis, in quibus innumeri alii minores vorticilli rotantur*, rerum univerſitatem replentibus, & nihil vacuum, niſi forte infinite minimum, relinquentibus? Quid abſurdum magis, quam lucis propagationem in lineam rectam repetere a vibrationibus vorticillis impreſſis, qui juxta theoriam motus, neceſſario quaquaverſum aut moveri, aut ad motum niti debent, ſicuti ſonus, aqua, fluida omnia tum elaſtica, tum non elaſtica?

II. Juxta Malebranchium vorticilli lucidi a ſole

ſole impulſi colorem habent uniformem: eandem quippe omnes vibrationis ſpeciem habent. Hi per priſma tranſeuntes diverſos colores induunt, quia diverſis tunc vibrationibus aguntur, unde a nonnullis habetur ſenſatio rubri, ab aliis flavi coloris, &c.

At enimvero quare radiorum faſciculus apte propagatus, & poſt refractionem longe collectus, iterum per priſma tranſeat, ſeu per plura primo ſimilia, non ut antea in plures colores dividitur, ſi radii rubri ejuſdem cum ceteris naturæ ſint, eandemque maſſam habeant, & figuram? Quare idem priſma, aut ſimilium priſmatum ſeries vorticillis traijcientibus non, ut ante primam reflectionem, vibrationes diverſas celeritate, & directione imprimit recta, & circulari, in quibus per hunc auctorem colorum diverſitas ſita eſt?

881. OBJECTIO VI. Theoria noſtra divinæ auctoritati non ſatis conſona videtur. Legimus Geneſeos cap. 4. Deum *prima die* lucem creaſſe, *quarta* vero ſolem, & ſtellas. Statuunt ergo ſacræ literæ, ut & Carteſius, veram inter lucem, & corpora lucida diſtinctionem. Non ergo lux eſt effluvium corporis lucidi, nec radii ab eo colorati erumpunt.

RESPONSIO. I. Sacræ literæ ſunt oraculorum omnium certiſſimum; aſt hoc oraculum, aliquando inſcitia perperam explicatum, phyſicam non reſpicit, quæ tota in ratione, & experientia verſatur.

II. Neque vero ardua res eſt Geneſeos verba noſtræ lucis theoriæ conciliare. Sicuti Creator terram prima die condidit, tertia die fæcundam effecit; ita dici poteſt, *prima die* lucis materiam creaſſe, quæ iners in rerum Chaos diffuſa perſtitit ad *diem quartam*; hanc vero illum a chaos ſegregatam in ſolem, & ſtellas conformaſſe, ac figuram, & motum ad lucendum opportunum indidiſſe.

Ter-

Terra ex ipſis ſacris litteris non niſi informe chaos prima die fuit: tertia die Creator illi formam, motum, actionem indidit, quibus fœcunda facta fuit. Pari modo lux *prima die* creata fuit, & eſſe cœpit; at in corpus lucidum non niſi *quarta die* conformata fuit, qua apto motu donata mundum illuſtrare cœpit.

III. Theoria hæc non modo ſacris literis non adverſatur, imo illis maxime conſentanea eſt. Eccleſiaſtes enim ſolem, magnificum hoc Omnipotentis opus, deſcribit veluti immenſam fornacem igneos radios perpetuo emittentem: *Fornacem cuſtodiens in operibus ardoris, tripliciter ſol exurens montes, radios igneos exſufflans, & refulgens radiis ſuis obcæcat oculos*. Eccl. c. 43.

882. NOTA. Qui cum nonnullis recentioribus phyſicis Carteſii, & Neutoni de luce ſyſtemata ſimul commiſcent, hi res inter ſe pugnantes, fabulam veritati conciliare ſe velle videntur. Conciliandi ſtudium in politicis, & in ſocietate maxime commendandum eſt: in phyſicis plærumque maxime abſurdum.

Colores in objectis coloratis.

883. Miræ illius colorum varietatis, quam in tribus ſuis regnis natura exhibet cauſa eſt radiorum diverſitas, quos objecta reflectunt, aut refringunt, ut jam oſtendimus. Explicandum modo eſt, quare objecta diverſo modo heterogeneas lucis partes reflectant, aut refringant, a quibus objecta diverſis coloribus pinguntur.

Valde primo veroſimile videtur, legem affinitatis ſimplicis, aut complicatæ inter quaſdam corporum ſpecies, & quoſdam radios intercedere, & ad colorem determinandum, quo objecta tincta apparent, plurimum conferre: eo enim colore objecta apparent, quem obtinent radii ab iis reflexi, nunquam illo, quem habent radii ab affinitate abſorpti. (877)

At ſepoſita modo hac corporum cum radiis affinitate; aliquam in ipſo corporum textu colorum in his apparentium explicationem inveſtigemus.

EXPLICATIO. I. Alibi obſervavimus corpora omnia innumeris poris ſcatere; atque hos, uti & partes, quibus ſeparantur, in diverſis corporibus eſſe figura, & magnitudine diverſos (198). Facile hinc concipiemus, qua ratione interſtitia hæc inæqualia, & diſſimilia poſſint in quibuſdam corporibus aditum negare quibuſdam radiis, exempli gratia rubris, qui utpote craſſiores minoribus poris inferi nequeunt, & alios radios abſorbere, qui maſſa minores poros hoſce ingredi poſſunt. Corpus hoc, puta purpura, cum aliquo radio ex aliis ſpeciebus a ſuis partibus ſolidis reflexo multo majorem radiorum rubrorum copiam a partibus ſolidis, & a poris ipſis r.flectet. Corpus hoc rubrum erit; quoniam radii rubri, quos reflectet, *præcipuam* in oculum *impreſſionem* facient, cui coloris illam efficientis perceptio adnexa eſt; atque hanc anima ad corpus refert hujus ſpeciei radios reflectens,

II. Alibi oſtendimus, neque hoc quiſpiam ignorat poros corporum non eſſe vacua perfecta, ſed in iis diverſæ ſpeciei fluida contineri, puta aerem, ignem, vapores, materiam quamvis ſubtilem: ab his fluidis vero reſiſtentiam opponi radiis ingredi nitentibus certum eſt. Facile hinc etiam intelliges, radios craſſiores, adeoque majore vi motrice præditos, ſibi viam per hæc interſtitia, perque hæc fluida aperire poſſe; dum radii tenuiores, minorique vi motrice donati a fluidis ingredi prohibebuntur, & reflectentur. Corpus aliquod, exempli cauſa, viola interſtitiis ſatis patentibus radios omnes admittet, violaceos reflectet, qui ut languidiores ſatis virium non habebunt ad fluidorum in interſtitiis deliteſcentium reſiſtentiam ſuperandam. Corpus hoc

hoc oculo violaceum apparebit; a radiis quippe violaceis præcipua impreſſio fiet.

III. Corpus, quod ratione interſtitiorum, ac fluidorum duas, vel tres ſimul radiorum ſpecies reflectet, ceteras abſorbens, oculo pingetur colore mixto, & compoſito, qui aliquid cuique radiorum reflexorum ſpeciei commune habebit, a quibus ſimul conjunctis præcipua impreſſio fit.

IV. Corpus, quod ratione ſuorum interſtitiorum, & fluidorum omnes radiorum ſpecies magna copia, & uniformiter reflectet, paucis dumtaxat ex quavis ſpecie abſorptis, peculiarem colorem non habebit: erit hoc corpus album: contra vero corpus magna copia, & uniformiter omnium ſpecierum radios abſorbens, paucis admodum ex ſingulis reflexis, nigrum erit.

V. Auri bractea tenuiſſima feneſtræ exacte clauſæ foramini appoſita exterius viſa flava videtur; radios enim tantum flavos ad oculum reflectit; interius viſa viridis apparet; per ſua quippe interſtitia virides tantum radios tranſire ſinit, quinque alias vero radiorum ſpecies abſorbet.

Colorum metamorphoſes.

884. OBSERVATIO I. Tribus modis corpora colorem amittunt, aut mutant; *interſtitiorum mutatione*, quæ hiatum, aut figuram mutent; *ſubſtantiarum* in poris latentium *diſſipatione*; *aliarum ſubſtantiarum* quarumcumque in hos poros *introductione*. Hinc ars pannos quovis colore tingendi.

I. Patet, hiatus, & figuræ in interſtitiis mutationem in corporibus coloris mutationem parere poſſe: inde enim apta radios abſorbere, aut reflectere ab ea ſpecie diverſos, quos antea abſorbebant, aut reflectebant.

II. Subſtantiæ quædam, quas tinctura corporum interſtitiis inſerit, apta illa efficit ad pe-

culiarem radiorum ſpeciem reflectendam: hinc peculiaris in corporibus coloris ſpecies. Si ſubſtantiæ hæ, a quibus color, aut omnino, aut ex parte diſſipentur, color ab ipſis ortus aut evaneſcit, aut diluitur. Si ſubſtantiæ hæ aut a natura, aut ab arte paratæ aliis miſceantur, ibi, ubi mixtæ ſunt, pannus diverſum colorem obtinet, unde totidem in illo maculæ.

Cancri, paguri, aliæque cruſtaceorum ſpecies natura ſubvirides aqua elixi rubeſcunt; quænam phænomeni cauſa, niſi ſuperficiei texturæ mutatio? Ignis, & aquæ vis quaſdam ſubſtantias diſſipat aptas radios rubros in externa eorum textura abſorbere, & alias ſufficit aptas hos eoſdem radios, quum ex ebulliente aqua educti fuerint, reflectere.

885. NOTA. Columborum colla, panni quidam colores varios exhibent, nulla intima horum corporum mutatione: hoc tum reflexione, tum refractione fieri poteſt.

I. *Reflexione*. Columborum collum innumeris lamellis conſtat, & filamentis heterogeneis, quæ diverſa radiis lucis poſitione in ipſa cadentibus, varias ſuperficies illis exhibent poris, ſoliditate, figura; unde alternatim varios ſpecie radios modo reflectere, modo abſorbere poſſunt: hinc varii apparent colores pro varia objecti, aut oculi poſitione. Idem de pannis dicamus.

II. *Refractione*. Lamellæ, & filamenta hæc heterogenea partim a luce permeari poſſunt, partim non item; poteſt ergo illa oculus pro diverſa ſua, aut objecti poſitione videre modo per radios a ſolidis eorum partibus reflexos, modo, & partim per radios ab eorum poris exeuntes. Hinc diverſa in oculo affectio, & diverſus in objecto hanc producente color.

Bractea aurea, de qua ſupra (883) hinc flava apparet a luce reflexa, inde viridis a luce refracta: quare tenuiſſima plumarum ſuperficies, quibus columborum colla conveſtiuntur, tenuiſ-

ſima filamenta panni verſicoloris parem reflexionem, & refractionem non efficiant?

886. ORSERVATIO II. *Quædam liquida ſimul mixta* colorum metamorphoſes obſervatione dignas exhibent.

Poculo infunde diſſolutionem vitrioli igne uſti, aleri poculo gallarum quernarum diſſolutionem: duo hi liquores inſtar aquæ ſunt diaphani; eos ſimul commiſce: fiet liquor niger. Liquori huic affunde guttas aliquot aquæ fortis: color niger evaneſcit, & liquor iterum fit diaphanus.

Alteri vitro cærulei coloris infuſionem effunde: leniter cærulea apparebit: huic tantillum aquæ fortis immiſce; illico cæruleus color in rubrum igni ſimilem vertitur.

Violarum confectio affuſo oleo tartari viridis evadit, admixta aqua forti rubra. Similibus methodis, quarum plurimas in Muſſichembroekio, in actis Academiæ Florentinæ, in tranſactionibus philoſophicis, aliiſque phyſicis, & chemicis operibus invenies, colores corporum ſolidorum, & liquidorum infinitum mutari poſſunt. Hæ colorum mutationes, quarum tantum genera indicabimus, quatuor præcipuæ ſunt.

I. A duobus achromaticis liquoribus ſimul mixtis color probe ſaturatus enaſcitur.

II. Additione liquoris achromatici color in alium omnino diverſum mutatur.

III. Liquor diaphanus, & achromaticus opacus fit, & coloratus, ſi alteri quoque diaphano & achromatico liquori admiſceatur. (*)

IV. Mixtura opaca, & colorata colorem, & opacitatem amittit addita exigua diaphani liquoris quantitate, qui tantum qualitates, quas deſtruit, aptus aſſumere cenſeretur.

E 3 987

(*) *Scire cuperem quid tertium hoc genus a primo differat.* Interpres.

887. EXPLICATIO. A principiis ſtatutis hæ colorum mutationes ſponte fluunt, ut in ſolidorum coloribus factum eſt (883, 884) Interſtitiorum hiatus, & figura in liquidis mutata, quarundam ſubſtantiarum additio, aut diſſipatio ſive fluidæ illæ ſint, ſive ſolidæ, aptæ tamen alios radios abſorbere, alios remittere mutationis colorum in liquidis cauſæ ſunt. Peculiaribus phænomenis cauſas has ſagax lector accommodabit. Satis erit animadvertere, liquida quædam quum commiſcentur alia *componi*, alia *diſſolvi*.

I. Liquores duo quum commiſcentur aliquando ſimul affinitate conjunguntur: quælibet unius molecula alteri alterius moleculæ intime adhæret; hinc novæ in mixtura partes conſtituentes, & integrantes, quæ diverſa ipſarum figura, & natura aptæ fiunt lucem reflectere, & refringere modo omnino ab eo diverſo, quo liquorum partes ſeparatæ iſta præſtabant.

II. Liquorum mixtura addito tertio liquore aliquando diſſolvitur: liquor additus *præcipitantis* munus gerit (118) in mixtura illa, cujus partes conſtituentes ſegregat alterum principiorum præcipitans, alterum ſibi jungens. Hinc quoque in liquore novæ partes integrantes diverſis interſtitiis diſtinctæ, diverſoque interſtitiorum ordine, unde diverſam obtinent aptitudinem ad peculiarem radiorum ſpeciem aut reflectendam, aut refringendam, aut abſorbendam.

888. APPLICATIO. Natura ubique in ſuis productionibus perpulchrum colorum ſpectaculum exhibet quovis anni tempore, aliquando & in dies varium; permanens enim naturæ actio intimam rerum conſtitutionem continenter mutat, eaſque a ſtatu ad ſtatum transfert, ab ortu ad augmentum, ad maturitatem, ad caducitatem, ad diſſolutionem. Hinc perpetua in cujuſcumque generis corporum interſtitiis mutatio, aliis in illa ſubſtantiis ſeſe inferentibus, a-

liis

liis evolantibus. Hinc *nova* a corporibus in dies *radiorum diverſorum reflexio, & refractio*, unde perpetua colorum mutatio ſequi debet.

Flos unicus plures ſimul diverſas colorum ſpecies ſæpe oſtendit; ejus enim diverſæ partes, lamellæ, filamenta, puncta interſtitiis, fluidis, partibus conſtituentibus differunt. Floris pars ſolos radios rubros reflectere apta eſt, altera hos abſorbet, virides remittit: ita de ceteris.

Aer, qui tanta copia mixtorum compoſitionem ingreditur, ad colorum qualitatem plurimum conferre videtur. Viridis color in agris & in hortis adeo oculo gratus aeri præcipue tribuendus videtur: plantæ enim clauſæ illo carent; & jam virides ſi vel paleis involvantur, vel terra obruantur, brevi colorem exuunt; ita enim in hortis albeſcit apium, cicorea, carduus.

SECTIO SECUNDA.

OPTICA IN GENERE; SIVE LEGES PROPAGATIONIS LUCIS.

889. DEFINITIO I. Lux a corpore lucido emiſſa mira velocitate vel movetur per medium uniformiter penetrabile, vel incurrit in corpus impenetrabile, vel a medio ad medium tranſit magis, minuſque penetrabile.

In primo caſu lux movetur per lineam rectam: *radius eſt directus*. In ſecundo radius poſt ictum ex elaſticitate nova directione pergit; *radius eſt reflexus*. In tertio lux a medio ad medium tranſiens, puta ab aere ad aquam, aut viciſſim, in novo medio pergit, ſed a linea recta in puncto media ſeparante recedit: *radius eſt refractus*.

Hinc tres phyſicæ partes a legibus propagationis lucis exortæ; ſcilicet *Optica* proprie dicta, quæ radium directum conſiderat: *Catoptrica*, quæ reflexum: *Dioptrica*, quæ refractum.

Aliquando tres hæ diſciplinæ communi *Optica* nomine vocantur: quo nomine generatim ſignificatur ſcientia legum, quas lux in motu ſuo directa, reflexa, & refracta ſequitur. Pulcherrima hæc diſciplina eſt, geometriæ enim ſociari patitur.

Radii paralleli, divergentes, convergentes.

890. DEFINITIO II. Radii lucis directi, reflexi, refracti ſunt aut paralleli, aut divergentes, aut convergentes.

I. *Radii paralleli* dicuntur qui procedunt invicem æque diſtantes: hujuſmodi ad ſenſum ſunt duo ſolares radii per duo exigua foramina in clauſum conclave admiſſi.

II. *Radii divergentes* ſunt, qui procedunt perpetuo magis, magiſque divaricati, uti C A, C R, C B. (*fig.* 13)

III. *Radii convergentes* dicuntur, qui magis, magiſque invicem accedunt. Hujuſmodi ſunt radii R D, S D, T D, qui poſt punctum interſectionis D fiunt divergentes, (*Fig.* 21).

Corpora lucida, opaca, diaphana.

I. *Corpora lucida* ſunt, quæ per ſe lucent, & vel inflammatione, vel inteſtina fermentatione lucem jaculantur. Hujuſmodi ſunt facula accenſa, carbo ardens, ſol, ſtellæ. Vermes lucentes, ligna quædam putrida in tenebris lucentia inter corpora lucida recenſeri poſſunt.

II. *Corpora opaca* ſunt, quæ per ſe non lucent, nec lucem tranſmittunt. Hujuſmodi eſt luna, quæ lucem tantum a ſole habet, & ad nos reflectit; metalla, terra, marmora, ligna, quæ lucem in ipſa aut a ſole aut ab alio corpore lucido conjectam reflectunt, & hac ablata non amplius viſibilia ſunt.

III. *Corpora diaphana* dicuntur, quæ per ſe non

non lucent, at lucem tranſmittunt. Hujuſmodi ſunt vitrum, aqua, aer, lapides dicti diaphani a διαφαίνω *transluceo.*

Corpora opaca, & diaphana non ſunt lucida, ſed *illuminata* quum corpus lucidum in illa radios jaculatur.

Puncta lucida, puncta illuminata.

892. NOTA. *Punctum lucens*, puta flamma candelæ, cenſeri debet centrum ſphæræ, a quo quaquaverſus per lineas rectas emanant radii divergentes *a b*, *a c*, *a d*, *a n*, *af*, *a r*, *a u*, qui ſunt veluti innumeri radii ducti a centro *a* ad quodvis punctum ſenſibile, in quo oculus ſtatui poſſit. (*Fig.* 19).

Pari modo *quodvis punctum viſibile corporis illuminati* cenſeri debet centrum ſphæræ, a quo procedant innumeri radii divergentes a puncto *a* reflexi *a b*, *a c*, *a d*, *a n*, *a r*, *a v*; radii enim a puncto *a* reflexi punctum hoc illuminatum quavis ex parte viſibile reddunt.

ARTICULUS PRIMUS.

OPTICA PROPRIE DICTA,

893. DEFINITIO. O*ptica* proprie dicta eſt ſcientia radii directi: hæc radium in mediis homogeneis motum conſiderat, in quibus nihil ejus directionem immutat; ſive lux immediate a corpore lucido procedat, ſive reflexa, aut refracta fuerit priuſquam ad medium homogeneum pervenerit, in quo ejus motus conſideratur.

Optica ſuas leges habet, quas facile eſt cognoſcere, & opportunum explicare: eas in radio extra oculum, & in oculo conſiderabimus,

PARAGRAPHUS PRIMUS.

RADIUS DIRECTUS EXTRA OCULUM.

894. L*ucis propagatio eſt ſucceſſiva.* (*Figur.* 23).

EXPLICATIO. Hoc ſignificat lucem aliquod tempus impendere, ut ab objecto, a quo emanat, aut reflectitur, ad oculum feratur. Exempli cauſa, lux a ſole ad nos ſeptem, aut octo minutis advenit; quam ſtellæ jaculantur, ſi nullo obſtaculo eadem, qua ſolaris, velocitate pergat, ad nos non adveniet niſi plures menſes, aut annos poſtquam a ſtella exceſſerit, pro varia ſtellæ hujus diſtantia.

DEMONSTRATIO. Aſtronomicis obſervationibus conſtat, Jovem quinque ſatellites ſeu lunas habere, quæ circa hunc planetam convertuntur, ut luna circa tellurem, ad diverſas ab ejus centro diſtantias. Satelles Jovi propinquior, *primus ejus ſatelles*, quem unicum modo attendimus, revolutionem ſuam circa ſuum planetam complet horis ferme 42 cum dimidia; & in quavis revolutione eclipſim ſubit per Jovis umbram tranſiens. Quamobrem quum ejus eclipſes ſint periodicæ, notum eſt momentum, quo ex umbra emergere debet poſt quamvis eclipſim. His poſitis ſit S ſol in centro ſyſtematis noſtri planetarii; R T D V orbita annua telluris circa ſolem; Z I Y X orbita Jovis circa ſolem; *m n r* orbita primi ejus ſatellitis circa ſuum planetam I.

I. Tellus ſit in T: Jupiter perigæus in I. Poſt quamvis revolutionem horarum ferme 42 $\frac{1}{2}$ conſpicitur ſatelles *n* ab umbra I*n* emergere; & ſi tellus ſemper eſſet Jovi æque proxima, ſa-

ſatellitis *n* emerſiones ſemper contingerent poſt idem intervallum horarum ferme 42 $\frac{1}{2}$.

II. At quum tellus orbitam ſuam TDVR, anno percurrat, Jupiter vero annis ferme duodecim ſuam, quæ major eſt, IYXZ; poſtquam tellus Jovi proxima fuit in T, ſucceſſive a Jove, qui lentius movetur, recedit. Poſtquam Jupiter fuit perigæus tandem ſit apogæus, quum ipſe ſcilicet eſt in I, tellus in V. At vero Caſſinus, Romerus, Hallejus, aliique aſtronomi complures obſervarunt, ſatellitis emerſiones non uniformiter horarum 42 $\frac{1}{2}$ contingere, ſed magis, magiſque retardari a tempore Jovis perigæi ad tempus apogæi; adeo ut quæ emerſiones contingebant poſt horas 42 $\frac{1}{2}$ poſito Jove in I, tellure exiſtente in T, non contingunt niſi poſt horas 42, & minuta 44 ferme, Jove exiſtente in I, tellure in V. Jam in D emerſiones contingunt ſeptem minutis ſerius quam in T, & in R ſeptem minutis ocius, quam in V.

Ex his obſervationibus ſequitur, lucis propagationem eſſe ſucceſſivam. Etenim primo, *ſi lucis propagatio eſſet inſtantanea*, evidens eſt, radium reflexum a ſatellite *n* quo temporis momento ex umbra emergit nos perculſurum, nulla acceleratione, aut adventus ſui retardatione, ſive tellus eſſet in T prope Jovem, ſive in V a Jove procul; nequit ergo lucis propagatio dici inſtantanea. Deinde, *poſita ſucceſſiva lucis propagatione*, evidens eſt, radium a ſatellite reflexum quo momento ex umbra emergit, minori tempore indigere, ut tranſeat ab *n* in T, quam ut feratur ab *n* in V. Poſita ergo ſucceſſiva lucis propagatione apte explicabitur phænomenon nulla ratione explicandum in quavis inſtantaneæ propagationis hypotheſi. Ergo lucis propagatio re ipſa eſt ſucceſſiva.

III. Ex fixarum etiam aberratione (1331), ſucceſſiva lucis propagatio demonſtratur; hoc enim phænomenon poſita ſucceſſiva lucis pro-

pagatione facile explicatur; nullo modo vero, ſi ponatur inſtantanea. Ergo lucis propagatio, ut ſoni, caloris, odorum, fluidorum omnium, a phænomenis ſucceſſiva demonſtratur, ut jam per hos dies aſtronomi, & phyſici omnes norunt. Q. E. D.

Lucis velocitas.

895. OBSERVATIO. Quum radius *n* T V a ſatellite ex umbra emergente reflexus pertingat in V quatuordecim aut quindecim ferme minutis ſerius, quam in T; & ſpatium T V in maxima eclipticæ amplitudine R T D V ſumptum duplum ſit diſtantiæ telluris a ſole, ſequitur, *lucem ſeptem minuta cum dimidio impendere, ut a ſole ad tellurem adveniat.*

I. H c ſupponimus, lucem tum directam, tum reflexam moveri velocitate ad ſenſum uniformi; nec ratio ulla huic hypotheſi adverſatur. Lux reflexa ex perfecta ſua elaſticitate poſt incurſum eandem ipſam motus quantitatem habere debet, quam antea; eandem ergo velocitatem habere debet.

II. Hic quoque ſupponimus, lineam T V eclipticæ diametrum referre, ſive maximam rectam, quæ a centro ſolis ad duo oppoſita eclipticæ R T D V puncta duci poſſit.

III. Non omnes aſtronomicæ obſervationes in ipſa ſatellitis retardatione ex umbra emergentis conſentiunt a Jove perigæo ad apogæum. Omnes tamen in vera, & non exigua retardatione conſentiunt, quæ a perigæo ad apogæum perpetuo creſcit, deinde ab apogæo ad perigæum pari modo decreſcit. Potior aſtronomorum pars retardationem maximam ſtatuit minutorum 14 aut 15, unde ſeptem, aut octo minuta requirit ſpatium T V, quod diſtantiæ telluris a ſole ferme æquale eſt.

IV. Quum jam conſtet, ſeptem minuta cum d midio in hoc ſpatio percurrendo lucem impendere, ſive ſecunda 450; ſpatium hoc vero ſit

ſal-

ſaltem leucarum communium 28000000 (1221); diviſo numero hoc per 450 invenies, lucem quovis ſecundo percurrere leucas ſaltem 62222. Major quoque erit hæc lucis velocitas quinta parte, ſi terra a ſole diſtet leucis 34000000, ut recentes aſtronomicæ obſervationes innuunt. (1221. III.).

896. NOTA. Si ſupponamus, ut multo veroſimiliter licet, ſtellarum lucem eadem velocitate, qua ſolaris, moveri, patet, immenſam ſtellarum diſtantiam longiſſimum tempus poſtulare, ut inde ad nos veniat. Quidam aſtronomi calculo invenerunt, radium, quo nunc ſtella omnium proxima in oculo meo pingitur, ab hac ſtella erupiſſe a menſibus ſexdecim, aut ſeptemdecim (1334). Si ſtella hæc errans eſſet, ut planetæ, illam aliquando ad ortum viderem, quum re ipſa ad meridiem eſſet, aut ad occaſum, aut ad nadir. At quum ad ſenſum fixa ſit, & in eodem cæli puncto immobilis; nihil intereſt, utrum radius, quo illam video, ab ipſa eruperit a nonnullis minutis, aut ab annis. Radius hic quocumque tempore jaculatus eandem in oculum impreſſionem facit, & me determinat ad ſtellam ad illum locum referendam, in quo ipſe ab illa emiſſus fuit.

LEX SECUNDA.

897. *Lux directa, ſeu reflexa in eodem medio lineam rectam affectat* (*Fig.* 19.).

DEMONSTRATIO. Jam vidimus, radios a corpore lucido emiſſos, ſive ab illuminato reflexos imitari radios ſphæræ, cujus centrum eſſet punctum lucens, aut illuminatum (892). Reliquum eſt, ut oſtendamus, radios hos a linea recta non divertere.

I. In conclavi optime clauſo abaco impone candelam accenſam, cujus radios pro libito charta MN intercipies, in qua erit exiguum foramen

men *n*. In quovis conclavis puncto oculus lucem a candela emiſſam excipiet, modo foramen ſit in recta ab oculo ad flammam ducta; quum vero foramen non amplius in hac recta erit, oculus flammam videre ceſſabit. Oculus lucem ſemper excipiet per rectam *ang*, *afb*, nunquam per curvam, aut angularem. Ergo in medio homogeneo, ut in aere, lux a corpore lucido emiſſa non niſi per lineam rectam procedit.

II. In conclavi optime illuminato eandem candelam extinctam colloca, quam non niſi per radios ab ipſa reflexos videre potes. Ejus apicem *a*, exempli gratia, videbis ab omnibus circum quaque punctis, modo nullum opacum corpus in recta ſit ab oculo ad apicem *a* ducta: at apicem, poſito in hac linea corpore opaco, non amplius videbis. Ergo lux a corpore opaco reflexa, ut & a lucido emiſſa, in eodem medio lineam rectam ſequitur.

Hac lege innituntur geometria practica, & ars venatoria. Geometra dioptras, venator fiſtulam dirigens ſupponunt radium viſivum, qui ipſis regula eſt, recta procedere ab objecto, in quod collineant, ad oculum. Rei effectus veritatem principii, quo innititur, demonſtrat.

III. Lucis motus per rectam in eodem medio generali motus theoriæ maxime conformis eſt; hac enim corpus in motu poſitum eandem velocitatem, & directionem, qua cœpit, ſervare debet, donec a nova cauſa non mutetur (307); atqui in eodem medio homogeneo lux nullam offendit cauſam, a qua ejus velocitas, aut directio mutetur; pergere ergo debet moveri, ut cœpit, & per eandem rectam; ſemper enim motus incipit per rectam (308). Q. E. D.

LEX

LEX TERTIA.

898. *Lux a puncto radiante, aut reflectente recedens denſitate decreſcit in duplicata ratione inverſa diſtantiarum a puncto radiante, aut reflectente.* (*Fig.* 13).

DEMONSTRATIO. I. Lux a puncto radiante, aut reflectente recedens divergit radiis CA, CR, CB ab eodem centro C venientibus. Atqui patet, nequire ita divergere, quin denſitatem imminuat quo magis a puncto C recedit, & a minori ſpatio per majus diffundatur.

II. Hæc denſitatis imminutio eſt quadrato diſtantiæ a puncto radiante, aut reflectente proportionalis. Quum enim lux ita divergat, quælibet ſenſibilis lucis portio a puncto radiante recedens ſit conus lucidus, cujus vertex eſt punctum radians, baſis vero eo major ſit, quo magis a vertice recedit (*Fig.* 17).

Sit A punctum radians, FAG conus a radiis divergentibus effectus; BC charta ad varias diſtantias a puncto A cono lucido objecta, in hoc pingi videbimus circulos lucidos BC, DE, FG, eoſque eo majores, quo magis ab A charta removebitur.

Patet, lucem omnem, quæ eſt in circulo FG, antea fuiſſe in circulo DE, in alio BC, & in puncto A. Patet, lucem ſucceſſive hæc ſpatia illuſtrantem A, BC, DE, FG eo rariorem eſſe, quo in majus ſpatium diffuſa eſt. Spatia hæc ergo invicem comparanda ſunt, ut lucis illa illuſtrantis rarefactionem æſtimemus.

Sit itaque primi circuli diſtantia BC a puncto radiante $= 1$: alterius circuli DE $= 2$ tertii circuli FG $= 3$: dico, lucis denſitatem in primo circulo fore $= 1$, in altero $= \frac{1}{4}$, in tertio $= \frac{1}{9}$; quæ eſt ipſa duplicata inverſa ratio diſtantiarum. Jam vero primum circulos BC, DE invicem comparemus. Quum triangula BAC,

DAC

DAC ſint ſimilia, eorum latera homologa BC, DE, quæ ſunt illorum circulorum *diametri*, ſunt inter ſe ut baſes AC, AE, ſive ut diſtantiæ illorum circulorum AM, AN a puncto A (*Math.* 403): ergo diametri BC, DE ſunt inter ſe ut 1 ad 2. Atqui circuli ſunt inter ſe ut quadrata diametrorum (*Math.* 501); ergo circulus BC eſt ut quadratum $1 = 1$, & circulus DE ut quadratum $2 = 4$. Ergo lux eſt quater minus denſa in circulo DE ad diſtantiam 2, quam in circulo BC ad diſtantiam 1.

Eadem ratione lux eſt novies minus denſa in circulo FG, quam in circulo BC; quum enim diameter FG ſit tripla diametri BC, circulus FG novies major eandem tantum lucem habet, qua circulus BC novies minor illuſtratur. Lux ergo a puncto radiante, aut reflectente recedens denſitate decreſcit in duplicata inverſa diſtantiarum ab hoc puncto ratione. Q. E. D.

899. COROLLARIUM I. *Ad quandam diſtantiam objecta radiantia, aut illuminata tandem inviſibilia fient.* Lux enim magis magiſque pro aucta diſtantia rarefacta non amplius denſitatem, & vim habebit ad ſenſibilem in oculum impreſſionem faciendam.

900. COROLLARIUM II. *Lux a ſole erumpens denſiſſima eſſe debet.* Ad tercenties enim centena leucarum millia poſtquam plurimum diviſa, & rarefacta jam eſt, adhuc tanta vi nos percellit.

LEX QUARTA.

901. *Lucis radii innumeris modis decuſſantur, quin perturbentur (Fig. 21.).*

DEMONSTRATIO. Sit ABC feneſtra clauſa in qua tria foramina cylindrica aperta ſint, per quæ ope trium ſpeculorum planorum exterius poſitorum tres ſolares radii introducantur. Fora-

ramini A vitrum planum rubrum applicetur, quod ſolos radios rubros tranſmittet: foramini C vitrum viride, quod ſolos virides radios tranſmittet; foramen B nullum vitrum, aut achromaticum tantum habeat, ut ſeptem radiorum ſpecies ſimul mixtæ, ſicut a ſole veniunt, libere tranſire poſſint. Ita tres hi radii dirigantur, ut decuſſentur, & ſecentur invicem in puncto D antequam charta alba E F G excipiantur.

EFFECTUS. Radius ruber A R D circulum rubrum pingit in G; radius viridis C T D circulum viridem in E; radius integer B S D circulum album in F. Tres hi radii etſi invicem decuſſati, & interſecti in D a recta via non recedunt, & ſinguli ſeorſim terminum petunt, ubi ſinguli proprium effectum pariunt perinde, ac ſi invicem a nullo alio radio interſecti fuiſſent. Lux ergo decuſſari poteſt nulla nec directionis, nec effectus mutatione (863). Q.E.D.

902. NOTA. Loco chartæ E F G ſit retina ſentiens, & animata (*Fig.* 21, 31).

I. Tres hi radii tres retinæ diſtinctas impreſſiones facient ad tria omnino diſtincta puncta E, F, G. Oculus tres ſimul diſtinctas, & diverſas imagines habebit.

II. Si ad punctum D poſita eſſet lens opportuna, tres coni lucidi *o* G, *m* E, *n* F in conos inverſos ad puncta E, F, G pertingerent, ubi ſinguli imaginem multo vividiorem pingerent: imago ab horum conorum verticibus picta rubra eſſet in G, alba in F, viridis in E.

III. Si tres hi radii tria diverſa corpora referrent, ſuperior A R taurum, inferior C T aquilam, medius D S turris ſummitatem; taurus pingeretur inferius in G, aquila ſuperius in E, turris ſummitas media in F.

Um-

Umbra.

903. DESCRIPTIO. Umbra eſt lucis privatio, ſeu magna imminutio a corporis opaci interpoſitione orta.

I. Quum globus lucidus S (*fig.* 18.) *æqualis eſt globo opaco*, quem illuminat, hujus umbra eſt cylindrus infinitus C A B D, cujus diameter diametro globi opaci æqualis eſt. Radii ſiquidem R A, V B ab extremitatibus corporis lucidi profecti & ſecus opaci extremitates excurrentes ſunt paralleli, & æquali ſemper inter ſe diſtantia pergunt. Sunt hi tangentes diametri A B: arcus illuminatus A T B arcui umbroſo A M B æqualis eſt.

II. Quum globus lucidus (*Fig.* 14)] *minor eſt opaco* illuminato, hujus umbra eſt conus truncatus *c a b d* in infinitum creſcens quo magis a globo opaco recedit. Radii ſiquidem *r a*, *v b* ab extremitatibus corporis lucidi profecti, & radentes extrema corporis opaci divergunt in infinitum. Radii hi *r a*, *v b* ſunt tangentes non diametri globi opaci, ſed radiorum *t b*, *t a* ejuſdem globi: arcus illuminatus *a n b* minor eſt umbroſo *a m b*.

III. Quum globus lucidus (*Fig.* 16) *major eſt opaco* illuminato, hujus umbra eſt conus *a d b*, cujus baſis inſiſtit corpori opaco, vertex *d* eſt in recta centra globorum conjungente. Radii enim R *a*, V *b*, qui ex corporis lucidi extremis ſecus extrema opaci pergunt, convergentes ſunt, & invicem perpetuo accedunt, quo magis ab origine recedunt: concurrere ergo debent ad aliquod punctum D, ubi eorum lux ſenſibilis fiet, & umbra terminabitur. Radii hi ſunt tangentes non diametri globi opaci, ſed radiorum *t a*, *t b* ejuſdem globi: arcus illuminatus *a g b* major eſt arcu umbroſo *a b b*.

In primo caſu globus lucidus ipſam dimidiam opa-

opacam ſuperficiem illuminat; in ſecundo minus dimidia; in tertio pluſquam dimidiam.

904. NOTA. Quum *nihil ſine luce videatur*, corpus omni luce deſtitutum videri nullo pacto poſſet. Corpus in arboris, aut domus umbra ſitum viſibile fit a radiis in illud ab ambientibus corporibus reflexis, quos ipſum ad oculum reflectit. Luna in eclipſi totali fit viſibilis a ſolis radiis in athmoſphæra terreſtri refractis, qui in umbroſum terræ conum inclinantur, in lunæ in hoc umbroſo cono poſitæ ſuperficiem incidunt, ab hoc ad terram reflectuntur, ubi oculo excepti atram lunæ imaginem pingunt.

§. II.

RADIUS DIRECTUS IN OCULO, SIVE PRINCIPIA DE VISIONE.

905. OBSERVATIO. LUX oculum intrans varias refractiones ſubit, de quibus alibi. In oculo itaque (*Fig.* 30.) conſideramus tantum pupillam P, quam ut foramen tantum habebimus, involucris refringentibus deſtitutam, & *retinam* r R r, ſive involucrum fibroſum, quod infimam oculi cavitatem efficit, & quam radii per pupillam admiſſi feriunt.

906. DEFINITIO. *Viſio* eſt actus animæ, quo objecti figuram, & locum præſentem habet ex impreſſione in oculum a luce ab objecto emiſſa, vel reflexa.

I. *Viſio diſtincta eſt* quum quælibet objecti pars ſeorſim in retina pingitur propriis, & peculiaribus ſuis lineamentis ab aliarum partium propriis lineamentis ſeparatis.

II. *Viſio confuſa eſt* quum objectorum imagines male in oculo pinguntur, & quum plures non

non exiguæ objecti prtes in eodem oculi puncto pictæ ſingularum imagines in unam confundunt.

A X I O M A.

907. *Objecta ſenſibilia ſuas imagines in oculo pingunt; & viſio diſtincta a diſtincta objectorum imagine in retina pendet.*

Ad axiomatis veritatem illuſtrandam duo afferemus experimenta, quorum alterum erit artificialis oculi imitatio, altera naturalis viſionis deſcriptio.

Oculus artificialis.

908. EXPERIMENTUM I. Sit A B pixis lignea rotunda diametro trium, aut quatuor pollicum duobus rotundis foraminibus e diametro pertuſa (*Fig.* 22).

Foramen B diametro ferme pollicis, & dimidii charta oleo illita obtegitur. Foramen A tubum cylindricum admittit diametro unius pollicis, & pollicem longum, qui interius infundibuli inſtar dilatatur, & in arctiore extremitate lentem vitream habet, cujus focus diſtat proxime quantum charta oleo illita; quæ accurata diſtantia facile obtinetur tubum A aliquantum admovendo, aut removendo.

EFFECTUS. Si tubus A foramini in feneſtra exacte clauſa applicetur, & ad objectum convertatur probe illuminatum diſtans paſſus tantum triginta, aut quadraginta: hoc objectum M N apparet in charta B ſuis coloribus pictum; ſed inverſum. Pars objecti ſuprema infimum in charta locum tenebit, infima ſupremum, dextera ſiniſtrum, ſiniſtra dexterum.

Pixis A B eſt oculus artificialis, cujus artificium jam præcedente paragrapho indicatum (902) in ſequentibus fuſius explicabitur.

Oculus naturalis.

909. EXPERIMENTUM II. In feneſtra exacte clauſa ſit exiguum foramen circulare, cui oculus vitulinus applicetur ita ut pupilla exterius ſit, retina interius. Retina hæc externis integumentis a perita manu exuenda eſt, ne quid quæ in oculo contingent videri vetet.

EFFECTUS. In hoc oculo naturali, atque in hac retina diſtincte pictas videbis imagines plurium objectorum propinquorum, quæ probe illuminata radios ſuos per pupillam ad retinam tranſmittere poſſunt. (*fig.* 29, 31)

I. In hoc oculo naturali, ut in artificiali, de quo ſupra, objectorum imagines ſunt inverſæ: exempli gratia, imago hominis in via ambulantis pedes habet ſupra, caput infra: manus læva ad dexteram eſt, dextera ad lævam. At quælibet imaginis pars accurata proportione, & propriis coloribus picta eſt.

II. Quo magis homo recedit, hæc ejus imago in oculi vitulini retina picta minor fit; & imaginis altitudo, & latitudo eadem proportione decreſcunt, qua diſtantia creſcit (*fig.* 24): quare imago hominis 20 paſſus diſtantis eſt ut 1: diſtantis 40 paſſus eſt ut $\frac{1}{2}$; diſtantis 60 eſt ut $\frac{1}{3}$; diſtantis 100 eſt ut $\frac{1}{5}$; atque ita porro, donec objectum adeo diſtet, ut ejus imago tota in unicum retinæ punctum colligatur, ubi non amplius viſibilis eſt.

Diverſæ imaginum in oculo diametri ab objecto ad varias parum diverſas diſtantias effectæ re ipſa, & geometrice decreſcunt in ratione aliquantum minore, quam in inverſa diſtantiarum, & reciproce; at hæc diverſitas etiam in minoribus diſtantiis oculo percipi nequit. Diverſitas hæc magis magiſque minuitur, quo magis diſtantiæ creſcunt, ita ut in magnis diſtantiis infinite minima fiat, adeoque & geometri-

ce nulla (*a*). Quare *diametri imaginum ejuſdem objecti in oculo* ſucceſſive poſiti in A B, in C D, in E F *ſunt ſemper ad ſenſum in ratione inverſa diſtantiarum.*

III. Objecta, quæ in oculo pinguntur, ſemper intra angulum rectum *a* P *b* (*fig.* 30) continentur a duabus lineis *r a*, *r b* ab extremis retinæ *r* R *r* per extrema pupillæ ductis. Objecta oculo extra hunc angulum rectum adverſa imaginem ſuam in retina *r* R *r* non pingunt; eorum enim radii per pupillam P in retinam cadere non poſſunt, illamque afficere (*b*). Hinc apparet cur quidquid uno intuitu videmus paſſim intra angulum rectum *a* P *b* contineatur.

Viſio.

910. EXPLICATIO. Sit ſagitta A D B oculo expoſita; Dico illam in retina *a b c* inverſam pictum iri. (*fig.* 29)

I. Punctum quodvis illuminatum, aut radians eſt veluti centrum ſphæræ, a quo innumeri radii divergentes recta veniunt, per quos punctum hoc ad diverſas diſtantias fit viſibile (892). Atqui puncta A, D, B ſunt illuminata: ergo qua-

---

(a) *Rem hic auctor ſumit lato modo; neque enim iſta diverſitas vere infinite minima eſt, & ſtricto ſenſu geometrice nulla, niſi in diſtantia re ipſa infinita.* Interpres.

(b) *Quod hic aſſerit auctor noſter non ita certum eſt. Amplitudo viſionis pendet a pupillæ dilatatione, quæ tanta eſſe poteſt, ut angulum recto majorem admittat. Radiorum in oculo interſectio, ut in figura exhibetur arbitrio artificis, non naturæ lege effecta eſt. Volfius, qui in ſua optica id ipſum aſſerit, ſolida demonſtratione id non confirmat.* Interpres.

quaquaverſus radios divergentes reflectunt aptos illa in oculo pingere, & ſenſibilia efficere.

II. Ex radiis omnibus divergentibus A*m*, A*n*, A*g*, A C a puncto *a* reflexis unicus radius A C pupillam C ingreditur, & retinam in *a* percellit. Pari modo ex omnibus radiis a punctis D, & B reflexis radii tantum DC, BC pupillam intrant, & retinam in *d*, & *b* afficiunt.

III. Quum radii lucis aut a corpore radiante ejecti, aut ab illuminato reflexi in eodem medio ſemper recta pergant (897); patet, radium AC a ſuperiore objecti parte reflexum inferiorem retinæ partem *a* affecturum; radium BC ab inferiore objecti parte reflexum ad ſuperiorem retinæ partem perventurum in *b*: radium DC ab objecti parte media reflexum in retinæ medium *d* caſurum: ceteros radios a ſucceſſivis objecti punctis reflexos impreſſionem retinæ facturos eo inferius, quo a ſuperioribus partibus advenerunt, & reciproce: radios ab objecti parte dextera venientes, in retinæ ſiniſtram caſuros; atque ita porro de ceteris. Ergo *imago ab his radiis retina impreſſa inverſa erit*; ut in oculo artificiali, & naturali videmus.

IV. Si objectum ADB variis coloribus diſtinctum eſt, quodvis objecti punctum in retina proprio colore pingetur. Si punctum A objecti rubrum ſit radios rubros tantum reflectit; ergo radius ruber AC punctum rubrum pinget in *a*. Si punctum B objecti violaceum ſit, violaceos tantum radios reflectet; ergo punctum violaceum radius violaceus BC pinget in puncto *b*. Si punctum D objecti viride ſit, tantum radios virides reflectit; ego radius viridis DC punctum viride pinget in *d*. Quare *tota imago* a d b *omnes reſpective objecti A D B colores referet*.

V. Quo magis objectum A B ad oculum accedit, imago major ſit, & quo magis objectum recedit minor ſit. Radii quippe AC, BC ab objecti extremis profecti angulum BCA eo acu-

tiorem efficiunt, quo objectum remotius eſt, eo minus acutum, quo propinquius. Quum objectum A B accedit, angulus *b* C *a* dilatatur, & imago *a d b* augetur. Quum objectum A B recedit, angulus *b* C *a* minuitur & ſecum quoque imago *a d b*. Quum objectum A B remotiſſimum eſt, angulus A C B, & ſibi æqualis *a* C *b* velut infinite parvi ſunt: imago *a b* huic angulo incluſa fit veluti infinite parva, adeoque inſenſilis.

VI. Hic incidenter tantum monebimus, quamlibet exiguam imaginis partem non ab unico radio pingi, ſed a faſciculo radiorum divergentium M A N, M D N, M B N (*fig.* 31); quii in oculi humoribus, & involucris refracti in oculo fiunt convergentes, & coni ſui apice varia retinæ puncta *a*, *d*, *b* afficiunt. Ex hoc in idem oculi punctum concurſu eorum impulſus in puncta *a*, *d*, *b* nitidam & diſtinctam objecti reflectentis imaginem pingit. (1040)

Objectorum imagines.

911. OBSERVATIO. Imagines ab objectis in imo oculo pictæ nihil eſſe videntur præter quandam lucis, umbræ, & alicujus radiorum ſpeciei quantitatem, puta rubrorum, aut flavorum in varia retinæ puncta incidentium. At enim vero etſi qua ratione imago iſthæc in oculo piagatur ignoraremus; experientia tamen conſtat, & obſervandum eſt,

I. *Radios a corpore lucido emanantes ejus imaginem in retina pingere, quum directi veniunt nulla reflexione, aut refractione atque ita commixti, ut ab objecto procedunt.* Exempli gratia, radii a ſole, aut a facula emiſſi, ſolis, & faculæ imaginem in oculo pingunt, quum directe ab his corporibus oculus eos excipit.

II. *Radios a corpore lucido emiſſos ejus imaginem etſi paulo languidiorem adhuc in oculo, & colo-*

colores pingere; quum poſt reflexionem a ſuperficie plana ad oculum adveniunt eodem ordine, atque ita commixti, ut a corpore lucido proceſſerunt. Exempli cauſa, radii a ſole, aut a facula emiſſi, & a ſpeculo plano ad oculum reflexi, non corporis reflectentis, ſed illos emittentis imaginem pingunt.

III. *Radios a corpore lucido emiſſos ad oculum pervenientes poſtquam in ſuperficiem incurrerint, a qua dividuntur, & diſperguntur quaquaverſum corporis reflectentis imaginem in oculo pingere.* Exempli cauſa, radii ſolis in ædificii aſperam frontem incidentes, inde diſperſi, & reflexi, in retina non ſolis, ſed ædificii, a quo reflectuntur imaginem, & colores pingunt.

IV. *Radios a corpore illuminato reflexos corporis reflectentis imaginem in oculo pingere quum eodem ordine adveniunt, quo a puncto reflectente recedunt:* Sive directe, nulla reflexione, oculum ingrediantur, ſive a plana, & lævigatâ ſuperficie reflexi, a qua ordo non immutatur, quem in prima reflexione obtinuerunt. Exempli cauſa, oculus N O æque ſagittæ A B (*fig.* 42) imaginem, & colores excipit a radiis immediate a ſagitta reflexis, atque ab iis, qui a ſagitta profecti in ſpeculo plano R Z iterum reflectuntur.

V. *Radios a corpore illuminato reflexos in oculo ejus imaginem, & colores non pingere, quum adveniunt ad oculum poſt aliam reflexionem ab altera rudi ſuperficie, a qua dividuntur, & diſperguntur;* unde ordo mutatur, quo a primo corpore reflectente proceſſerant. Exempli gratia radii a ſagitta A B profecti ſagittam in retina non amplius pingent, ſi adveniant poſtquam ab æde proxima R Z reflexi, & diſperſi fuerint.

AXIOMA II.

912. *Quodvis objecti lucidi, aut illuminati*

punctum videmus in axe coni lucidi externam oculi ſuperficiem afficientis quo momento imago in retina pingitur.

EXPLICATIO. Experientia facile axiomatis veritas patebit. (*Fig.* 13.)

I. Sit punctum lucidum C: punctum hoc videmus in recta RCD axe coni lucidi ACB a puncto C emiſſi, & oculum AB ferientis. Ita ſi punctum C valde ſenſibile ſit, probe illuminatum, & parum diſtans, illud videmus in recta RCD axe coni lucidi ACB ab hoc puncto reflexi, & oculum AB ferientis.

Quum punctum radians, aut illuminatum parum diſtat, diſtantiam RC proxime æſtimamus quam referimus ad punctum concurſus linearum convergentium AC, BC, a quibus conus lucidus oculum feriens circumſcribitur. At quum punctum hoc ab oculo remotiſſimum eſt, angulus ACB eſt veluti infinite parvus: tunc quum lineæ AC, BC ſint ad ſenſum parallelæ, de puncto concurſus judicium ferre nequimus. Tunc tantum objectum C in axe RCD coni lucidi ad indefinitam diſtantiam eſſe ſtatuimus. Hac ratione planetarum, ac ſtellarum diſtantiam non diſtinguimus, quæ corpora ad imaginarium firmamenti punctum æque referimus.

II. Sit ſagitta ADB (*Fig.* 31): punctum A videmus in axe coni lucidi NAM; punctum B in axe coni lucidi NBM; punctum D in axe coni lucidi NDM. Punctum A, exempli cauſa, nobis eo remotius videtur, quo longius ab oculo lineæ MA, NA junguntur; & reciproce idem punctum A eo propinquius videtur, quo oculo propinquius lineæ MA, NA concurrunt. Hinc eſt, quod in eodem valde illuminato, & parum diſtante puncta aliqua judicamus magis remota, alia minus, ut re ipſa ſunt.

III. Sit alia ſagitta AB lucem per ſpeculum planum RZ reflectens in oculum NO (*Fig.* 42). Punctum A in ſpeculum remittit conum lucidum

dum *n*A*m*, qui in oculum reflectitur directione *n*N, *m*O: oculus quo inſtante percellitur a cono lucis truncato *n*N, *m*O punctum A videt non in A, ſed in *a* in axe coni lucidi N*na* *m*O poſt ſpeculum. Pari modo punctum lucidum B in ſpeculum remittit conum lucidum V B S, qui in oculum reflectitur directione *v*N, *ſ*O: oculus a cono lucis truncato *v*N, *ſ*O affectus imaginem obtinet puncti B, quod videt non in B, ubi re ipſa eſt, ſed in *b*, ubi non eſt, ſemper in axe coni lucidi, a quo afficitur

IV. Ex his obſervationibus ſequitur, *nos ſemper objecta videre ea directione, quam lux tenet quo inſtante oculum afficit*: quæcumque directio ſit, quam lux hæc antea ſequuta fuerit non enim oculum afficit, niſi poſtrema ſua directione, qua oculum ingreditur.

Valet eadem lex in corporibus omnibus organa noſtra afficientibus: hoc oſtendit, hanc re ipſa eſſe *naturæ legem*, non hypotheſim ad phænomena explicanda pro libidine excogitatam. Nos ex genere cauſam noſtrarum ſenſationum ſemper ad lineam referimus, quam corpus ſenſationem efficiens in ſuo motu ſequutum eſt. Exempli cauſa, judico corpus ſonorum mihi dexterum eſſe ex impulſu hac directione in aurem; corpus odorum eſſe mihi ſiniſtrum ex impreſſione inde in nares adveniente. Pari modo cæcus hyeme rigida in amplum conclave ductus, in quo focus bene ardens eſt, quem non videt, ad ignem dirigitur ab igneis corpuſculis, a quibus noſcit, ſe, ut ad ignem accedat, illuc greſſum dirigere debere, unde ſenſatio advenit.

913. COROLLARIUM I. Etſi objectum inverſum in oculum pingatur, rectum tamen videri debet. (*Fig.* 29, 31)

EXPLICATIO. Quum objecta ſemper videamus in lucis directione quo momento in oculum impreſſionem facit, & imaginem in illo pingit, patet, punctum *a* imaginis inverſæ vi-

deri debere in A, punctum *b* in B, punctum *d* in D; partem imaginis *a d b* ſiniſtram viſum iri ad dexteram objecti A D B; atque ita de ceteris. Ergo etſi imago objecti in oculo inverſa ſit, objectum tamen rectum videri debet.

914. COROLLARIUM II. *Idem objectum eo remotius, & minus clare videri debet, quo radii aut emiſſi, aut reflexi longius iter fecerunt divergentia non mutata, antequam ad oculum pertingerent,* (*Fig.* 32)

EXPLICATIO. Quum unico oculo objectorum diſtantias æſtimare poſſumus, objecta videmus in puncto, ad quod concurrunt lineæ convergentes A S, B S coni lucidi A S B oculum A B afficientis (912). Hinc ſequitur,

I. Oculum in A B viſurum objectum S in puncto S ad quod concurrunt linæ convergentes A S, B S deſcriptæ a radiis conum lucidum A S B circumſcribentibus.

II. Eundem oculum in C D ad duplam diſtantiam viſurum objectum S in puncto S, ad quod concurrunt lineæ C S, D S conum lucidum C S D circumſcribentes, cujus baſis oculo inſiſtit. Lineæ C S, D S dimidio minus convergunt, quam lineæ A S, B S. Quum diſtantia C D diſtantiæ A B æqualis ſit, lineæ C S, D S concurrere debent ad duplam diſtantiam concurſus linearum A S, B S.

III. Eundem oculum poſitum in FG ad triplam diſtantiam viſurum objectum S ad diſtantiam triplam, nempe in puncto S, ad quod concurrunt lineæ convergentes F S, G S conum lucidum F S G circumſcribentes, cujus baſis ſemper æqualis eidem oculo F G inſiſtit.

IV. Oculum in A B affectum iri luce quadruplo intenſiore, quam in C D, noncuplo intenſiore, quam in E G; atque ita porro in infinitum. Denſitas enim lucis eſt in duplicata inverſa ratione diſtantiarum. (898)

An-

Anguli optici.

915. DEFINITIO. *Angulus opticus* (*Fig.* 29) dicitur angulus A C B verticem habens in centro Pupillæ, & a radiis ab extremis objecti A B Procedentibus A C, B C effectus. Huic angulo optico extra oculum æqualis eſt in oculo ad verticem oppoſitus *a* C *b* imaginem *a d b* in oculo complectens.

Angulus opticus A C B lineam dumtaxat A B complecti poteſt: tunc duobus tantum radiis conſtat A C, B C. Quum ſolidum quodvis complectitur (*) hic angulus conſtat radiis ab omnibus corporis lucidi, aut illuminati extremis provenientibus.

916. LEMMA. *Si objectum A B ſemper inclusum duabus lineis indefinitis N A, N B ab eodem puncto N procedentibus moveatur directione N D, vel D N ſemper ſibi parallelum* (*Fig.* 24)

I. Patet, lineas N A, N B ad ſe invicem perpetuo acceſſuras, quo magis objectum A B a puncto N recedet. Tunc angulus opticus A N B ſemper decreſcit, uti & ad verticem oppoſitus *a* N *b*, a quo objecti imago in oculo terminatur.

II. Patet, easdem lineas N A, N B a ſe invicem perpetuo receſſuras, quum objectum A B ad punctum N accedet. Tunc angulus opticus A N B perpetuo augetur, ut & ſemper æqualis *a* N *b*, qui tunc magis magiſque objecti imaginem in oculo amplificat.

III Si angulus A N B minimus ſit, objectum A B remotiſſimum, & diameter A B poſita ſit in directione arcus A B, patet, objecti diametrum ad ſenſum confundi cum arcu A B anguli opti-

(*) *Imo & planum quodvis.* Interpres.

optici menſura ; ad magnam quippe a vertice anguli alicujus diſtantiam minimus arcus A B, aut C D minimum quid differt a recta A B, aut CD objecti diametro. Tunc ergo objecti diameter pro arcu A B, aut BC, & viciſſim ſumi poteſt. (*Math.* 710)

AXIOMA III.

917. *Angulorum opticorum magnitudo apparentem objectorum magnitudinem paſſim determinat; hoc eſt quo major eſt angulus opticus, eo majus paſſim apparet objectum, & viciſſim.*

EXPLICATIO. I. *Axiomatis veritatem probat experientia.* Exempli gratia, etſi ſol luna multo major ſit, ambo tamen eadem ferme magnitudine apparent, propterea quia ſub eodem ferme angulo optico viſi imaginem ferme æqualem in retina pingunt. Pari modo (*Fig.* 12) ſint in cælo ſtellæ duæ A & B & planetæ duo *a*, & *b*. Etſi ſpatium AB ſit immenſum majus ſpatio *a b*, ſpatia hæc æqualia apparent, quod ſub eodem angulo optico A C B videantur, & puncta ſpatium terminantia in retina eodem angulo comprehendantur.

II. *Axioma rationi conſentaneum eſt.* Duo enim objecta (*Fig.* 24) A B, H K in oculo ſub eodem angulo HNK picta duas imagines æquales habent *a b*: at duæ imagines æquales, ceteris paribus, animam determinare debent ad objecta A B, H K æquali magnitudine videnda.

Eadem ratione duo objecta ſive æqualia, ſive inæqualia AB, CD ſub æqualibus angulis opticis viſa imagines in oculo deſcribunt hiſce angulis A N B, C N D proportionales; ergo, ceteris partibus, anima hæc objecta videre debet magnitudine hiſce angulis proportionali.

Axioma explicationem, & limitationem poſtulat: hoc ſequentibus aſſertionibus præſtabimus.

978. ASSERTIO I. *Diameter apparens ejuſ-*

dem

dem objecti ad diverſas non exiguas diſtantias ab oculo ad ſenſum decreſcit in ratione inverſa diſtantiarum. (*Fig.* 24)

EXPLICATIO. Sit oculus N. Objectum A B ad non levem ab oculo diſtantiam = 1 videbitur ſub angulo optico A N B; ejus vero diameter A B apparebit ut 1. Idem objectum ad diſtantiam duplam = 2 videbitur ſub angulo optico C N D præcedente minore, & ejus diameter C D apparebit = $\frac{1}{2}$. Idem objectum in E F ad diſtantiam triplam = 3 videbitur ſub angulo optico triplo ad ſenſum minore angulo A N B; ejuſque diameter apparebit = $\frac{1}{3}$.

DEMONSTRATIO. I. Triangula A N B, R N D ſunt ſimilia, eorum enim anguli homologi aut iidem ſunt, aut æquales; ergo latus R D duplum eſt lateris A B, ut baſis N D dupla eſt baſis N B. Ergo eadem ratione latus T F triplum eſt lateris A B, ut baſis N F tripla eſt baſis N B. (*Math.* 403)

Jam vero ſi objectum A B ſemper ſibi parallelum tranſeat ſucceſſive in C D, & in E F, patet ejus diametrum in C D dimidiam tantum lineam R D duplam lineæ A B occupaturam; videbitur ergo ſub angulo optico C N D ad ſenſum dimidio anguli A N B. Ita in F ejus diameter tertiam tantum lineæ T F triplæ ipſius A B partem occupabit: videbitur ergo ſub angulo F N E ad ſenſum ſubtriplo anguli A N B.

II. Quum objectum A B, C D, E F parvum valde eſt, & admodum diſtans, puta homo ad mille, bis mille, tres mille paſſus in via iter habens, ejus diametri A B, C D, E F ad ſenſum confunduntur cum arcubus A B, C D, E F qui angulos opticos metiuntur, ſub quibus ad diverſas ab oculo diſtantias objectum videtur. Poſſunt ergo hi arcus objecti diametris ſubſtitui (916). Aſt objectum in A B videtur ad diſtantiam = 1 ſub angulo A N B = 1, in C ad diſtantiam = 2 ſub angulo C N D = $\frac{1}{2}$, & in E F

ad diſtantiam $=3$ ſub angulo FNE $=\frac{1}{3}$. Quoniam itaque apparens objectorum diameter paſſim eſt angulis opticis proportionalis, ſub quibus videtur, apparens objecti AB diameter apparebit ut 1 ad diſtantiam $=1$, ut $\frac{1}{2}$ ad diſtantiam $=2$, ut $\frac{1}{3}$ ad diſtantiam $=3$; atque ita porro; ergo apparens objecti diameter ad diverſas ab oculo diſtantias erit in ratione inverſa diſtantiarum. Q. E. D.

919. COROLLARIUM. *Apparens objecti ſuperficies in diverſis diſtantiis eſt ad ſenſum in duplicata ratione inverſa diſtantiarum.*

EXPLICATIO. Apparens enim objecti altitudo, & latitudo decreſcit in ratione inverſa diſtantiarum, & magnitudine diverſas, ſed ſimiles imagines in oculo circumſcribunt. At in figuris ſimilibus ſuperficies ſunt in duplicata ratione ſuarum dimenſionum (*Math.* 499); ergo poſitis æqualibus altitudine, & latitudine objecti AB, apparens hujus objecti ſuperficies erit $1 \times 1 = 1$ in AB; $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ in CD; $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$ in EF, atque ita porro ſemper in duplicata ratione inverſa diſtantiarum.

Nota ex præcedente axiomate, & conſequentibus, *idem objectum HK ad eandem diſtantiam K majus videri in poſitione perpendiculari HK, quam in obliqua VK;* in priori enim poſitione ſub majori angulo HNK videtur, quam in altera ſub angulo VNK.

920. ASSERTIO II. *Angulus opticus non unica eſt, etſi præcipua, judiciorum noſtrorum regula de objectorum magnitudine.*

EXPLICATIO. Hujus limitationis ratio eſt, quia ſæpius majorem objectis magnitudinem tribuimus, quam quæ ab angulo optico poſtuletur, & ab eorum imagine in oculo picta. Exempli gratia (*Fig.* 24),

I. Homo, quem video in via in AB ad 100 hexapedas, mihi in oculo pingitur ſub angulo ANB: illum deinde video in CD ad 200 hexa-

ſtapedas, & mihi in oculo pingitur ſub angulo CND præcedentis dimidio: hunc tamen hominem æque grandem judico in AB, & in CB.

II. Homo, qui primum e litore mare videt, procul objectum videt, quod lintrem judicat: alter mari aſſuetus idem objectum ingentem navem eſſe dignoſcit. Ambo idem objectum ſub eodem angulo optico vident; & tamen primus illi multo minorem altero magnitudinem adſcribit. Ergo angulus opticus non ſemper eſt regula unica, qua de objectorum magnitudine judicamus.

III. Hinc ſequitur, videndi modum aliqua ratione a conſuetudine, & ab experientia pendere: veram dari *videndi ſcientiam*, quæ conſuetudine, & experientia addiſcitur, atque perficitur. Exempli cauſa, conſuetudine, & experientia novimus, homines paſſim altos eſſe pedes quinque, neque hanc mutari, quæcumque imago ſit, qua in oculo pingitur. Ex hoc igitur experientiæ cognitione judicamus, eundem hominem, qui ſub diverſis angulis in retina pingitur, ejuſdem ſemper eſſe ſtaturæ: quo judicio proclivitas illa eliditur, qua ad judicandum ferremur de objecti hujus magnitudine ex diverſis angulis, ſub quibus in oculo pingitur.

Pari modo qui primum mare videt nulla alia regula dirigitur in judicio de objectis valde diſſitis, niſi angulo optico, ſub quo objectum videtur; atque hinc objectum illud lintrem judicat. Alter mari, & navibus vela facientibus videndis aſſuetus novit, eam navem, quæ prope ſub ingenti angulo apparet, procul ſub exiguo angulo apparere; & in magna diſtantia lintrem viſum ferme effugere, navem vero lintris prope viſi magnitudine in oculo pingi. Hinc ex diverſis regulis de objecto viſo judicia ferunt. Primus tantum ex angulo optico de objecto judicat: alter de eodem objecto ex experientia judicat, qua docetur, ingentem navem in ma-

gna diſtantia exiguam tantum ſui imaginem in oculo pingere.

IV. Ex his ſequitur, non ſane angulum opticum regulam fallacem eſſe judicandi de objectorum magnitudine; verum judicia angulis opticis innixa experientia, & animadverſione dirigenda eſſe, & reformanda, unde ſæpius videndi ſcientia oriri debet.

V. Narrat Smith in ſua optica, Anglum adoleſcentem tredecim annos natum primum vidiſſe periti chirurgi Londinenſis miniſterio, a quo illi cataractæ depreſſæ fuerunt; hunc vero recens videntem initio de objectorum magnitudine, & figura (a) judicium ferre nequiviſſe, nec niſi aliquo poſt tempore hoc didiciſſe. Num probat hoc, ut nonnulli contenderant, angulos opticos nihil ad viſionem facere? Non ſane: at probat tantum, aut adoleſcentis oculos aliquandiu etiam poſt depreſſas cataractas infirmos fuiſſe, aut angulos opticos, qui in ejus oculis, ut in ceteris, deſcribebantur, non fieri regulam judicandi de objectorum figura, & magnitudine, niſi quum paullatim a videndi conſuetudine, & experientia diriguntur. Si nihil ad viſionem faciunt anguli optici, quare objecta majora, aut minora ſemper apparent, quum earum anguli optici arte augentur, aut minuuntur lentium ope, aut alio artificio? Quare puer pulicem microſcopio inſpiciens ſcarabæo magnitudine æqualem videt, niſi quia ipſi pulicem microſcopium exhibet ſub angulo optico illi æquali, ſub quo oculo inermi ſcarabæum videt?

Obje-

(a) *At neque de diſtantia*. Interpres. *Vide Smith. Opt. l. 7. c. 5.*

Objecta, & motus inſenſiles.

921. OBSERVATIO I. Vidimus, *apparentem* objecti *diametrum* eſſe ad ſenſum angulo optico proportionalem, ſub quo objectum videtur: verum quum hic angulus in infinitum decreſcere poſſit, inveſtigarunt optici quouſque hic angulus decreſcere debeat, ut objectum, quod complectitur, fiat inviſibile.

I. Ex doctoris Hookii obſervationibus objectum lucidiſſimum, uti ſtella, inviſibile fit, quum ejus angulus opticus minor eſt ſemiminuto ſeu 30″ unius gradus.

Juxta eundem auctorem imago in oculo lata eſſe debet ſaltem partem pollicis octo milleſimam, ut objectum ejus viſibile ſit: fit vero inſenſile, ſi ejus imago in oculo minor fiat.

II. Juxta plæroſque obſervatores objecta illuminata, adeoque radiantibus minus lucida, majorem angulum opticum poſtulant, ſecundorum ſcilicet ferme 40, ut videri poſſint.

Alii menſuras has aliquanto augent, aut minuunt, ſed exigua diverſitate.

922. COROLLARIUM I. *Corpus immenſa magnitudine, uti planeta, aut cometa tellure major, apparere debet tamquam punctum ad quandam diſtantiam, & ad majorem fieri inviſibile.*

Quare planeta tellure major apparebit tamquam punctum, quum ſub angulo videbitur ſecundorum 30, aut 40. Cometa tellure major fiet inviſibilis, quum ita a nobis recedet (916), ut oculo objiciatur ſub angulo optico minore 30, aut 40 ſecundis.

923. COROLLARIUM II. *Quibus regulis objectorum magnitudinem æſtimamus, iiſdem & eorum velocitates æſtimamus.*

Velocitas enim æſtimatur per amplitudinem ſpatii dato tempore percurſi; at motus, ſeu ſuc-

ceſſiva mutatio loci corporis alicujus in oculo pingitur ut objectum ipſum ; & ſpatii , ut & objecti, amplitudo æſtimatur ex angulo optico, quo includitur. Exempli gratia (*Fig.* 24).

Si punctum M ſucceſſive tranſeat ab M in O dato tempore; punctum M in oculo deſcribet lineam *a b*, & ſucceſſive imaginem ſuam imprimet punctis omnibus retinæ inter *a*, & *b* interceptis: apparens ſpatii percurſi amplitudo proportionalis erit angulo optico M N O ſpatium hoc includenti, ſive angulo æquali *a* N *b*. Hinc ſequitur, ſolos angulos opticos hic attendendo (*Fig.* 12),

I. Si corpora duo A, & *a* ad diverſas ab oculo diſtantias percurrant duos arcus ſimiles A B, *a b*, viſum iri moveri eadem velocitate, etſi remotioris velocitas ſit multo major.

II. Apparentem duorum corporum A, & *a* velocitatem circa idem centrum C motorum eandem eſſe: veræ illorum velocitates ſunt ut diſtantiæ A C, *a* C, quum ſint ut arcus eodem tempore percurſi ; arcus vero A B, *a b* ſunt ut eorum radii A C, *a* C (*Math.* 474).

924. OBSERVATIO II. Motus corporis aliquando viſui ſenſibilis eſt, aliquando inſenſibilis. Exempli gratia: oculus facile in horologio motum indicis ſecundorum percipit, motum vero indicis horarum ſingulis inſtantibus non ita, etſi hic index uno ſecundo temporis 21, aut 22 ſecunda gradus percurrat. Cenſet Nolletus motum corporis fieri viſui inſenſilem, quum uno temporis ſecundo percurrit tantum arcum aut chordam arcus 20 ferme ſecundorum gradus, quæcumque ſit corporis hujus velocitas abſoluta : unde facile inferes, hujus corporis motum viſum iri, quum uno temporis ſecundo percurret ſpatium majori arcui æqualem, nempe 25, aut 30 ſecundorum gradus.

Horum ratio eſt, quia retina innumeris exiguis nervis contexta eſt valde lanugini ſimilibus,

bus, qui a radiis lucis concuſſi a viſibili objecto profectis eriguntur, & aliquandiu poſt radiorum impulſum tremunt. Tremitus hic ſatis veroſimiliter juxta Muſchembroekium uno temporis ſecundo perſeverat: objectum vero, a quo radii procedunt, in hujus radii axe videtur (912) donec tremitus hic in retinæ fibris perſeverat. Hinc ſequitur (*Fig.* 24):

I. Si objectum viſibile M uno temporis ſecundo percurrit dumtaxat arcum, aut chordam anguli optici minimi, aut tantum 20 ſecundorum gradus, radium ab objecto M profectum toto hoc ſecundo ſupra idem retinæ punctum *a* ad ſenſum cadere. Objectum M ſemper viſum in recta *a* N M a retina ad objectum ducta referetur ergo toto hoc ſecundo temporis ad idem ſenſibile punctum M; non ergo hoc ſecundo apparebit locum mutaſſe.

II. Si objectum, aut punctum M, quæcumque ſit ejus velocitas abſoluta, uno temporis ſecundo arcum, aut chordam MO percurrit anguli optici 30, aut 40 ſecundis gradus maioris; radios ab extremis hujus arcus profectos diverſis retinæ *a b* punctis diſtinctam impreſſionum ſeriem facere, quæ ſimul exiſtunt, & ſucceſſivum tranſitum referunt objecti M a ſpatii puncto ad punctum ſequens. Objectum M ſemper viſum in directione radii ad oculum miſſi referetur ergo ad duo diverſa puncta M, & O, & hoc ſecundo transferri videbitur ab M in O.

925. APPLICATIO. I. Si M eſt punctum radians, quod uno ſecundo percurrat lineam MO; ſpatium hoc in retina *a b* pingetur inſtar lineæ lucidæ, aut ignitæ (*Fig.* 24).

Tenues enim retinæ nervi arcu *a b* incluſi toto illo ſecundo ſimul fremunt, quod punctum M in tranſitu ab M in O impendit. Ita pyrobolus, ita *ſtella cadentes*, ita torris in gyrum actus in oculo pinguntur inſtar linearum, aut armillarum ignearum, pro motuum diverſitate.

II. In horologio facile motus indicis ſecundorum deprehenditur, hic enim index, in apice præſertim ſatis velociter movetur, ut uno ſecundo temporis arcum 25, aut 30 ſecundorum gradus percurrat. Non ita motus indicis horarum videtur; uno enim ſecundo temporis ſpatium ſatis amplum non percurrit, ut duo probe diſtincta retinæ puncta afficiat.

III. Etſi ſtellæ, & planetæ velocitate ferantur vera, aut apparente ne globi bellici quidem velocitati comparanda, tamen eorum motus viſu non percipitur; quantumvis enim magna ſit iſta velocitas, tanta adhuc non eſt, ut aſtra hæc uno ſecundo temporis ſpatium percurrant, quod in oculo dimetiatur angulus viginti gradus ſecunda excedens (*Fig.* 12).

IV. Virga circa axem uno temporis ſecundo rotata in oculo imaginem pingit ſuperficiei conicæ, aut cylindricæ: impreſſio enim oculo effecta a radio a ſingulis rotatæ virgæ punctis emiſſo in oculo perſeverat donec virga ad idem ſuæ curvæ punctum redeat, unde novos in oculum radios reflectat, eandemque impreſſionem renovet.

V. Si maxima velocitate virga hæc rotetur i oculus eam, diſtincte ſaltem, non amplius videt: tanta quippe celeritate per ſingulas ſpatii partes tranſit, ut nequeat tantam radiorum copiam ad oculum eo tempore reflectere, quanta ad fibras ſenſibiliter concutiendas requiritur. Hac ipſa ratione globus tormenti bellici ante nos tranſiens directione ferme axibus opticis perpendiculari non videtur; etſi quum ante nos fertur directione his axibus parallela videatur.

Axes optici.

926. DEFINITIO. *Axes optici* dicuntur lineæ duæ DA, DB ab eodem puncto radiante

D du-

D ductæ ad utriuſque pupillæ A, & B centrum (*Fig.* 33.).

Lineæ hæ angulum efficiunt A D B, vel A E B eo acutiorem, quo punctum D, aut E, linearum origo, remotius eſt (916). Baſis, ſeu latus conſtans hujus trianguli, eſt diſtantia A B pupillarum, ſeu retinarum centris intercepta. Angulus, quem ad quodvis objecti viſibilis ſenſibile punctum efficiunt axes optici A D, B D, vel A E, B E, objecti diſtantiæ æſtimandæ inſervit.

A X I O M A IV.

927. *Objectorum diſtantiam æſtimamus vel a lucis intenſitate, vel ab interjacentium corporum numero, & magnitudine, vel ex diverſa axium opticorum convergentia.*

EXPLICATIO. In objectorum diſtantia æſtimanda præſertim *ſcientia viſionis* exercetur, quæ a nobis inſtinctu, conſuetudine, experientia, animadverſione comparatur. Quum objecta omnia propinqua, aut diſſita in retinæ punctis diverſis pingantur; probabile eſt, nos vix natos objecta omnia in oculis, aut oculis impoſita videre, nec niſi poſt aliquod tempus illis extra nos ad varias diſtantias ſtatuendis aſſueſcere naturali inſtinctu rationem in rebus pluribus in infantia ſupplente. Jam vero oſtendere pergimus, tres indicatas cauſas diſtantiis objectorum æſtimandis conducere.

I. Intenſitas lucis ab objecto emiſſæ, aut reflexæ decreſcit in duplicata diſtantiarum ratione (898): ergo lucis in oculum impulſus ſemper ejus intenſitati proportionalis eadem ratione minui debet. Ergo lux ab objecto proveniens eo vividiorem impreſſionem faciet, quo objectum propinquius eſt, eo languidiorem, quo remotius. Ergo diverſa lucis intenſitas, & in

ocu-

oculum impreſſio regula nobis eſſe debet ad diverſas objectorum diſtantias æſtimandas.

II. Corporum oculo, & objecto interjectorum numerus, & magnitudo objecti diſtantiæ æſtimandæ quoque conducit. Oculus ſibi, & objecto plura corpora extantia interjecta conſpiciens, quorum magnitudinem conſuetudine, & experientia novit, facilius etiam inter ſe, & objectum intervallum dignoſcit; hoc enim intervallum in plures partes bene diſtinctas diviſum facilius confuſionem, & errorem amovet; hæ vero partes a mente in ſummam collectæ totius diſtantiæ æſtimandæ judicium adjuvant. Exempli gratia, object ad extremam uniformem planitiem, aut ad negnam diſtantiam in mari ſitum minus diſſitum apparet, quam re ipſa ſit: nihil enim intercedit ſpatii partes diverſas deſignans. Si vero plures pagi in planitie interjaceant, plures naves in mari; apparens objecti diſtantia multo major fiet, magiſque ad veram diſtantiam accedet; diverſæ quippe ſpatii portiones magis diſtinctæ videbuntur.

III. Æque certum eſt diverſam axium opticorum convergentiam ad ſingula objecti puncta pertingentium ad judicium de diſtantiis ferendum conferre. Naturali enim inſtinctu diſcimus objecta ad punctum, in quod axes optici concurrunt, referre (*Fig.* 33); exempli cauſa ad punctum D, vel E. Atqui quo magis objectum diſtat, minus axes A E, B E convergunt, procul magis concurrunt in E, ibique objectum ſtatuimus. Contra vero quo objectum propinquius eſt, eo magis axes optici AD, BD convergunt, propius concurrunt in D, ibique natura duce objectum eſſe cenſemus.

Quum objecti diſtantia multo maxima eſt, de illa non amplius judicium ferimus, ad magnam quippe diſtantiam axes optici A E, B E fiunt ad ſenſum paralleli; & in triangulo AEB baſis conſtans A B reſpectu laterum A E, B E

ve-

veluti nulla eſt. Hac ratione planetarum, & ſtellarum diſtantiam non diſtinguimus; radii enim inde ad oculos ducti ſatis non convergunt, ut diverſa horum corporum diſtantia diſtinguatur. Intenſitas lucis ab his cæleſtibus corporibus adveniens nequit hic axium opticorum defectum ſupplere; neque enim natura conſuevimus lucis intenſitatem æſtimare ad has diſtantias, quæ ad ſenſum nobis æquales ſunt.

928. NOTA. Unico etiam oculo objectorum diſtantia æſtimari poteſt; aſt judicium difficilius, magiſque incertum eſt. Fertur vero de objecto parum diſſito (*Fig.* 13.), ex angulis R C A, R C B effectis a radiis C A, C B ad axem unicum RC. Hic duo animadverte.

I. Objectum D (*Fig.* 33) videbitur in linea A D *a*, ſi unico oculo A inſpiciatur; in linea B D *b*, ſi oculo B tantum inſpiciatur; in linea C D *c*, ſi ambobus oculis A, & B inſpiciatur.

II. Anulus in D ad trium, aut quatuor pedum diſtantiam filo ita ſuſpendatur, ut ejus planum ſit in directione C D, ne oculus ejus foramen videre poſſit. Si baculo tranſverſa virgula inſtructo apta anulum ingredi ipſum traijcere tentemus, facile id faciemus ambobus oculis aſpicientes; at unico oculo aſpicientes vix unquam anulum virgula traijciemus. Probat hoc quantum axes optici in D convergentes ad diſtantias æſtimandas conferant.

Corollaria de viſione.

929. COROLLARIUM I. *Lineæ duæ, aut ſuperficies parallelæ oculo intra illas poſito convergentes videri debent: ſi vero longiſſimæ ſint, ſeſe in extremitate oculo oppoſita contingere videbuntur* (*Fig.* 26).

EXPLICATIO. Sint arborum ſeries duæ parallelæ M N, R S, inter quas oculus A.

I. Diſtantia arborum oppoſitarum ſemper æqua-

qualis oculo eo major videri debet, quo illi arbores propiores ſunt, eo minor, quo remotiores. Oculus enim A videt diſtantiam duarum primarum arborum ſub angulo optico 1 A 1, duarum ſequentium ſub angulo 2 A 2, quintarum ſub angulo 5 A 5. Atqui anguli hi optici a primo ad ultimum decreſcunt: ſpatia ergo illis intercepta, quæ ſunt diſtantiæ arborum oppoſitarum, apparebunt decreſcere ut hi anguli (917). Ergo lineæ parallelæ M N, R S apparebunt eo magis convergere, quo magis ab oculo recedent.

II. Si harum linearum extrema N, & S immenſum ab oculo diſtent, concurrere videbuntur. Tunc enim conſtans intervallum N S videtur ſub angulo optico N A S, qui erit veluti infinite parvus, ſi latera A N, A S ſint multo longiſſima (916). Quare diſtantia N S unius leucæ, centum leucarum, quinquaginta millium leucarum viſa ſub angulo optico 30 ſecundorum erit inviſibilis (921); & puncta N, S concurrere in unicum punctum videbuntur.

Hinc intelliges, ſtellas duas invicem diſſitas quingenties, aut millies centena leucarum millia in cælo contiguas viſum iri; ſpatium enim, quo ſeparantur, eſt veluti infinite parvum ſpatio comparatum, quo a nobis diſtant. Pro diſtantia enim ſtellarum a nobis quingenties, aut millies centena leucarum millia tanta non ſunt, ut arcum 30 ſecundorum valeant terminare; ſub quo arcu jam objecta, & diſtantiæ videri nequeunt.

930. APPLICATIO. I. Ita *omne parallelogrammum*, puta via arboribus utrinque conſita, meſaula parietibus parallelis concluſa, longus ager duobus rivis parallelis interjacens, ad extrema coarctari videntur quo magis ab oculo diſtant: diſtantia enim parallelogrammi laterum ſemper eadem prope ſub majori angulo, quo procul magis, eo ſub minori angulo in oculo definitur (*Fig.* 26).

II.

II. Eadem ratione qui lacum aſpicit diametro hexapedarum quadringentarum, aut quingentarum, non jam horizontalem ejus ſuperficiem, ut re ipſa eſt, ſed eo magis elatam ſe videre putat, quo magis remota eſt.

Ponamus enim, a linea R S aquæ ſuperficiem referri. Etſi hic unica habeatur linea, ſeu planum unicum R S, oculus tamen in A ad altitudinem pedum ferme quinque elevatus planum parallelum, quod deeſt, ſupplet per viſus directionem A B, quem lineæ R S parallelum dirigit. Poſita deinde immobili, altitudine non mutata, linea hac A B, ſemper aquæ diſtantiam ab hac linea oculus æſtimat ex angulis opticis linea hac A B, & aquæ ſuperficie incluſis. Quare quum diſtantia hæc ſucceſſive videatur ſub angulis opticis decreſcentibus BAR, B A 1, B A 2, B A 3, B A 4, B A 5, videbitur ipſa decreſcere quo magis ab oculo recedit; & aquæ ſuperficies magis magiſque ad lineam AB, quæ immutabilis ſupponitur, accedere videbitur.

III. Si lineæ duæ MN, RS lacunar referant, & pavimentum atrii prælongi, linea M N deprimi videbitur quo magis ab oculo diſtabit: oculus enim altitudinem M N directioni A B viſus ſui comparat, quem ad conſtantem altitudinem ſemper eſſe judicat; atque in hac ſuppoſitione videt lacunaris diſtantiam ſemper ab hac linea A B ſub angulis opticis decreſcentibus B A M, B A 2, B A 5.

IV. Eadem quoque ratione nubium ſeries horizonti parallela in magna diſtantia videtur magis magiſque ad horizontem accedere. Harum nubium diſtantiam oculus ad lineam horizontalem refert, quam ſibi fingit, quæque angulos eo minores facit cum nubibus, quo magis iſtæ ab oculo remotæ ſunt. Ponamus, exempli cauſa, in linea M N quinque nubes eſſe mille paſſus ſupra horizontem elevatas: oculus poſtquam di-

directione horizontali adſpexerit A B, ad quam nubium, quas obſervat, altitudinem refert, primæ nubis M a linea immobili A B diſtantiam videt ſub angulo optico B A 1 : ſequentis nubis diſtantiam, ſive altitudinem ſub minori angulo B A 2; ſequentium vero ſub angulis ſemper minoribus B A 3, B A 4, B A 5. Quare ſi poſtremæ nubis N altitudo oculo exhibeatur tantum ſub angulo ſecundorum 30, aut 40, altitudo hæc mille paſſuum viſui inſenſilis evadit, & nubes horizontem attingere videtur.

933 COROLLARIUM II. *Si obſervator curvam circa punctum radians immobile inſcius percurrat; punctum hoc circa ſe converſum fuiſſe illi videbitur*. (*Fig.* 25)

EXPLICATIO. Sit S punctum immobile lucens, aut illuminatum, quod in cælo poſitum ſemper in firmamenti puncto videbitur. Obſervatoris curvam Z X P O Z circa punctum immobile inſcii percurrentis oculus ſit Z. Supponimus oculi partem *e* Z *a* in tota revolutione ad punctum radians S eſſe converſam.

Quum oculus eſt in Z videt punctum radians in P in axe coni lucidi oculum afficientis (912). Quum oculus ſui motus inſcius tranſiit a Z in X, videt punctum radians in O directione radii X S O. Quum oculus erit in P videbit punctum radians in Z. Quum a P in O tranſierit, punctum radians videbitur a Z in X tranſiiſſe. Ergo punctum S obſervatori ſe immobilem putanti videbitur circa ſe percurriſſe curvam P O Z X P motu æquali, & illi oppoſito, quo ipſe re vera movetur.

Prælucet hic explicatio phænomeni aſtronomici, *quare ſcilicet Sol in ſyſtematis planetarii centro immobilis quotannis per eclipticam converti videatur*; quum tellus ſit, quæ quotannis circa Solem immobilem in ecliptica convertitur.

972. COROLLARIUM III. *Si obſervator inſcius circa ſe convertitur, punctum radians immobi-*

mobile illi videbitur circa ſe curvam deſcripſiſſe, cujus radius erit diſtantia obſervatoris a puncto radiante. (*Fig.* 28)

EXPLICATIO. Sit *a b c d* oculus obſervatoris *a b c d* circa centrum immobile *n* revolutus. Sit S punctum radians immobile in S, puta, in cælo. Videbitur hoc punctum deſcribere curvam S N O M. Poteſt curva hæc aut eclipticam aut aliam curvam referre. Hic ſupponemus ab ipſa horizontem referri, in quo S erit occidens, N ſeptemtrio.

I. Ponamus primo oculum *a b c d* eſſe totum *pupillam*, & totum *retinam*: pupillam quidem punctum radians verſus, retinam vero ad partem oppoſitam, ita ut in ſua revolutione ſemper a radio per ſuum centrum *n* tranſeunte affici poſſit. Quum objectum ſemper in linea indefinita videamus a puncto radiante ad pupillæ centrum, & ad retinam ducta (912); oculus primo videt objectum S in linea *c n a* S ad occidentem S. Quum ſeſe oculus immobilem putet, neceſſario judicabit, objectum S locum mutaſſe, quum lux ab objecto retinam afficiet in puncto ab ipſo *c* diverſo: objecta enim ſemper referuntur ad lineam rectam a puncto retinæ affecto per pupillæ centrum ad objectum ductam.

Quum oculi punctum *a* tranſierit in *b*; erit *d* in *a*, *b* in *c*. Tunc radius retinam afficiet in *b*; & punctum radians videbitur in recta *b n* in S producta. Quum oculus ſe immobilem putet, & jam non amplius in *c*, ſed in *b* a luce afficiatur; judicabit objectum S ab S in N tranſiſſe, arcu S N ab occidente in ſeptemtrionem percurſo æquali (*), & oppoſito arcui *a b* quem ipſe ab occidente in meridiem percurrit.

Quum

(*) *Non æquali, ſed ſimili.* Interpres.

Quum punctum *c* tranſierit in *a*, radius retinam afficiet in *a*; oculus videbit punctum radians in linea *anc* producta in S, quod eſſe in O apparebit. Quum oculus ſe immobilem adhuc putet, judicabit, objectum S, quod erat in N, ab N in O tranſiiſſe arcu NO a ſeptemtrione in orientem percurſo.

Quum punctum *b* ipſum quoque tranſierit in A, radius retinam afficiet in *d*: objectum videbitur in linea *dnb* producta in S, quod videbitur eſſe in M; & adhuc objectum S videbitur arcum OM ab oriente in meridiem percurriſſe.

Si oculus ſemper æque diſtat ab S, ſemper hoc objectum videt ad eandem a ſe diſtantiam; ad verticem ſcilicet coni lucidi *a*S (912); & curva, quam deſcripſiſſe videtur, eſt circulus. Quum in oculi revolutione *abcd* radius ſucceſſive omnia retinæ puncta percellat, & punctum radians S ſemper ad extremum radii videatur, videbitur ſucceſſive ad extrema linearum *cna*S, *bad*S, *anc*O, *dnb*M. Punctum S, vel ſi corpus ſit ſatis latam ſuperficiem oculo objiciens, quodlibet ſenſibile ejus punctum videbitur circa oculum, qui ſe immobilem putat, curvam deſcripſiſſe directione revolutioni *abcd* oculi oppoſita.

II. Suppoſuimus ſpectatoris oculum eſſe totum pupillam, & totum retinam, ut facilior corollarii hujus explicatio fieret. Oſtendemus modo ab hac hypotheſi rei veritatem nihil immutari.

Obſervator primo ad punctum S converſus illud videt per radium S*anc*, per centrum pupillæ ad retinæ centrum pertingentem in *c*; & objectum refert ad aliquod mundi punctum cardinale, puta ad occidentem. Quum obſervator ſe perpetuo immobilem putet, ſemper tamquam occidentem punctum illud conſiderat, unde venire debet radius, qui per centrum pupillæ ad retinæ centrum feratur. Hinc ſequitur

Primo, quum pupilla *a* tranſierit in *b*, obſervato,

vatorem tamquam occidentem ſumpturum punctum M, & tamquam ſeptemtrionem punctum S, quod directione maxime obliqua pupillam reſpicit. Videbitur ergo objectum ab occidente in ſeptemtrionem receſſiſſe toto arcu MS.

Deinde, quum pupilla *a* tranſierit in *c*; obſervatorem tamquam occidentem habiturum punctum O, & tamquam orientem punctum S pupillæ e diametro oppoſitum. Videbitur ergo objectum S toto arcu OMS ab occidente in ſeptemtrionem, & inde in orientem receſſiſſe, atque ita in reliqua revolutione. Explicatio, ut & demonſtratio, ſimpliciſſima eſt, ſed magnam in iis, quæ ad oculi revolutionem ſpectant, attentionem poſtulat.

Corollario hoc phænomenon aſtronomicum explicatur; *quare, ſcilicet, ſol, & ſtellæ quotidie circa tellurem converſi videantur*, quum tellus ipſa ſit, quæ cum ſuis incolis quotidie circa ſuum axem convertitur.

933. NOTA. Hoc eodem corollario explicatur illuſio optica ſatis frequens. Si velociter ſecundo flumine lintre vectus immotis oculis ripam aſpicias, eam poſt te fugere videbis ea velocitate, qua cymba fertur.

Ratio hujus eſt, quia lux ab objectis in ripa ſitis reflexa ſucceſſive in diverſa retinæ puncta incidit, quæ cum cymba movetur. Quare quum te tamquam immobilem in cymba conſideras, perpetuo idem objectum ad nova cæli, aut horizontis puncta refers. Exempli cauſa. (*Fig.* 27)

Sit RS fluvius ab occidente in orientem fluens. Oculus in *ar* a radio T*r* in media retina affectus objectum T ad ſeptemtrionem referet: oculus in *dm* ſe adhuc putans eſſe in *r* a radio T*n* extra retinæ centrum affectus, judicabit, objectum T in occidentem receſſiſſe ſpatio in angulo *mdn* concluſo; ſive percurriſſe occidentem verſus ſpatium VT.

934. COROLLARIUM IV. *Quum objecta admo-*

modum diſtant, viſio langueſcet, & oculus objectorum figuram, poſitionem, diſtantiam recte non diſtinguet.

EXPLICATIO. Diverſæ objectorum remotiſſimorum partes oculo objiciuntur ſub minimis angulis opticis, & imaginibus minimis, ac parum illuminatis in retina pinguntur. Exempli cauſa:

I. Turris quadrata valde procul viſa apparet cylindrica; radii enim ab ipſa reflexi quum magis magiſque rareſcant, quo magis a puncto reflectente recedunt, ſatis non ſunt ad angulos turris diſtincte in oculo pingendos: unde in oculo angulis mutilata apparet, adeoque cylindrica.

II. Arborum ſeries ſemicircularis in magna diſtantia recta apparet: lux enim ab arboribus aliquanto magis remotis reflexa ad ſenſum denſitate æqualis eſt a minus remotis reflexæ; & axes optici, qui ad quodvis cujuſque arboris punctum ſenſibile concurrunt, convergentia parum differrunt; quare non indicant, arborem arbore magis diſtare. Cauſæ itaque, quibus de objectorum diſtantia judicamus (927), nos hic ſatis non juvant ad diſtantiæ cujuſque arboris ſeorſim ſumptæ diverſitatem diſcernendam in ſerie ſemicirculari.

III. Quum in ingenti aula lampas ſuſpenſa circa ſuum axem convertitur unica candela in illa accenſa; candela hæc, quæ in gyrum agitur ſpectatori in aulæ extremo videtur in oppoſito pariete rectam lineam alternatim deſcribere. Objecta enim referimus ad extremitatem radii oculum afficientis (912): omnium vero radiorum ſumma in candelæ revolutione circulari ad diverſa adverſi parietis puncta terminatur, quæ ad ſenſum lineam rectam efficiunt.

Problemata de viſione.

935. LEMMA. *Lux ab aſtro emiſſa, aut reflexa languidior eſſe debet aſtro in horizonte exiſtente, vividior in meridiano.* (*Fig.* 35)

EXPLICATIO. Telluris athmoſphæra, quæ ad 15 ferme leucas attollitur (743) rarior eſt in ſuperioribus, inferior vero magna vaporum, & exhalationum copia gravis eſt.

Sit T tellus; *t v x* athmoſphæra; S ſol, aut luna, aut aliud aſtrum in horizonte; Z ſol in meridiano; *m n* athmoſphæræ altitudo; *m* oculus modò ad S, modo ad Z converſus.

Evidens eſt, aeris, vaporum, & exhalationum congeriem, qua athmoſphæra conſtat, eo magis aſtri lucem infirmare, quo majori maſſa illi opponitur. Atqui ſole, exempli gratia, in horizonte *m n* S ſito, ejus radii ut ad oculum in *m* veniant, totam athmoſphæræ longitudinem *m n* pervadere debent: at ſole poſito in meridiano *m n* Z ejus radii athmoſphæræ longitudinem *n m* multo minorem tantum permeant. Quapropter ſolis lux in horizonte languidior eſſe debet, quam in meridiano. Idem de reliquorum aſtrorum luce dici poteſt. Hoc lemmate ſequentium phænomenorum explicatio ex parte innititur.

936. PROBLEMA I. *Quare ſol, & luna majores in horizonte, quam in meridiano appareant explicare.* (*Fig.* 36)

SOLUTIO. Sol in horizonte in A, aut in meridiano in D ad ſenſum eodem die ad eandem eſt ab oculo R diſtantiam, circa quem circulum deſcribit, aut deſcribere videtur, cujus radii ſunt R A, R D. Hoc objectum (neglecta hic refractione, quæ nihil ad rem facit) tota diurna revolutione videtur ſub eodem angulo optico *m* R *n*, *u* R *x*, *z* R *y*. Idem dicas de luna in A, B, D ſucceſſive poſita. Cur itaque

 hæc

hæc aſtra majora apparent in A, quam in B, & in B majora, quam in D? mirum hoc phænomenon a pluribus cauſis eſſe videtur, quas exponere pergimus.

I. Sol, & luna in horizonte, ſeu prope horizontem minus vividam ad oculos lucem conjiciunt (935) & a nobis pluribus interjectis corporibus ſejuncti videntur: ideo aſtra illa a nobis *magis diſtantia* in horizonte, quam ſupra horizontem, aut in meridiano judicamus, ubi lux eorum vividior eſt, nec ullo a nobis corpore ſeparantur (927). Sol in horizonte nobis apparet in A: ſol in B nobis apparet in *b*: ſol in meridiano D nobis apparet in *d*. Atqui, ceteris paribus, naturæ inſtinctu *eo majus* objectum aliquod judicamus, quo illud ſub eodem angulo optico viſum nobis remotius videtur. Exempli cauſa, quum arbores duæ, aut ædes ſub eodem angulo nobis ſeſe offerunt, ex his unam natura duce eo majorem judicamus, quo magis illa a nobis diſtare videtur. Poſito itaque, ſolem, & lunam ſub eodem angulo tum in horizonte, tum in meridiano nobis exhiberi, aſtra hæc *majora* nobis videri debent in horizonte, ubi remotiora judicantur, quam in meridiano, ubi multo propinquiora cenſentur.

Fruſtra objicies, apparentem objectorum A, B, D magnitudinem eſſe debere anguli, opticis ſub quibus videntur, proportionalem; hoſque eoſdem eſſe in A, in B, in D. Monuimus enim, angulorum opticorum magnitudinem non unicam eſſe regulam judiciorum de corporum magnitudine (920); & inſtinctum, conſuetudinem, experientiam, reflexionem nos docuiſſe, natura duce, ab hac regula recedere quum objecta ſub eodem angulo viſa ad diverſas diſtantias ſita videntur. Exempli gratia, digitus ad quandam diſtantiam oculo objectus ſub eodem angulo, quo mons proximus, mihi apparet; non propterea æque grandem digitum, & mon-

tem

tem judico; videndi enim experientia, & conſuetudo me docuerunt, idem objectum eo minus mihi videri, magnitudine non mutata, quo remotius eſt; & hanc videndi rationem mihi in naturam converſam eſſe. Nota itaque diſtantia ad judicium de objecti magnitudine ferendum confert; & hujus diſtantiæ idea, me nec advertente, ideas corrigit, & judicia moderatur, quæ ex ſolo angulo optico fieri deberent. Quamobrem idem objectum ſub eodem ſemper angulo viſum eo majus judico, quo illud remotius judico. Atqui luna, & ſol tota die ſub eodem angulo viſi *magis remoti* in horizonte apparent, ubi languidior eorum lux majorem diſtantiam indicat, quam in meridiano, ubi lux vividior majorem indicat propinquitatem. Aſtra hæc igitur *majora* judicare debemus in horizonte, quam in meridiano.

II. Pupilla natura ipſa conſtringitur, ac dilatatur; dilatatur quidem quum lux languidior eſt: conſtringitur quum lux vividior eſt. Conſtricta objecti imaginem in retina pictam minuere, dilatata augere debet. Ergo ſol, & luna in horizonte viſi imaginem in oculo ampliorem pingere debent, quam viſi in meridiano.

Contendit Muſchembroekius, aſtra hæc per prælongos tubos ſine vitris inſpecta ejuſdem magnitudinis apparere in horizonte, & in meridiano; phyſici alii hoc negant; atque aſſerunt, aſtra hæc tubis diverſæ diametri inſpecta ſemper illis majora apparuiſſe in horizonte, quam in meridiano.

III. Aſtra hæc non ſemper in eadem cæli regione æque grandia apparent: exempli gratia in plenilunio luna in horizonte ad eandem a terra diſtantiam modo major apparet, modo minor. Nonne a diverſo atmoſphæræ habitu diverſitas oriri poſſet, quæ modo vaporibus gravis, modo paucis immixta modo magis, modo minus radios ab aſtri limbo venientes refringit,

 a qui-

a quibus modo vivida, modo languida luce, & ſub diverſis angulis ejus imago in oculo pingitur? Tunc athmoſphæra lentium opticarum inſtar eſſet, quarum aliæ objectorum imagines augent, aliæ minuunt. At perperam phænomenon refractioni tantum tribueretur; refractio enim oppoſitum effectum parere debet; ut alibi oſtendemus. (1230)

937. PROBLEMA II. *Quare cælum nocte ſerena inſtar fornicis depreſſi, cujus radius horizontalis triplus ſit verticalis, appareat, explicare.* (*Fig.* 25)

SOLUTIO. In hoc fornice depreſſo lunæ tantum revolutionem conſiderabimus. Eadem theoria cuivis aſtro facile adhibebitur.

Vidimus modo, lunam nobis remotiorem videri debere in horizonte, quam in meridiano (936): in hypotheſi itaque, qua luna ſub eodem ſemper angulo videatur tum in horizonte, tum in meridiano, illa in horizonte languidiore luce nobis lucens, & pluribus interjectis corporibus a nobis diviſa apparens, remotior nobis videbitur, & majoris diametri in A. Ipſa elevata, puta, ad gradus 45, luce vividiore nos ad judicium ferendum inducet de majore propinquitate; eam itaque videbimus minus diſſitam, & minoris diametri in *b*. Quum demum ad meridianum aſcenderit, luce magis adhuc intenſa (935) ad judicium inducet de adhuc majore propinquitate; eamque minus diſſitam, & minoris adhuc diametri videbimus in *d*.

Diſtantia hæc ſemper apparenter decreſcens curvam depreſſam A *b d* efficit, quæ lunæ ſemitam oculo exhibet. Idem de planetarum, & ſtellarum revolutione dicas, quæ minori luce in horizonte ſplendent, quam in meridiano, adeoque ibi, quam hic remotiores apparent, & curvam depreſſam curvæ A *b d* ſimilem deſcribere videntur. Harum omnium curvarum ſumma fornicem depreſſum effingit, quem firmamentum nuncupamus.

638. PROBLEMA III. *Quare noctu cælum fornix cæruleus appareat, explicare.*

SOLUTIO. Nocte ſerena mille, aut mille ſupra ducenta puncta lucida in cælo videmus fornici depreſſo, & cæruleo (qui non eſt) veluti affixa. Phænomenon hoc explicandum eſt.

I. Etſi puncta hæc lucida, ſive planetæ, ſive ſtellæ ſint, alia aliis a nobis plurimum diſſita ſint; quum tamen diſtantiæ hæ ſint multo maximæ, alteram ab altera oculus non diſtinguet; nullum enim illi medium ſuppetit, quo id efficiat (927). Refert ergo oculus puncta hæc lucida ad diverſa cæli puncta in linea radii, quo afficitur, at ad eandem diſtantiam quum eadem eſt eorum poſitio.

Quum ſpatium duobus propinquis aſtris interceptum nullam lucem emittat, hoc in retina non pingitur. Quum vero in terris opaca corpora invenire ſoleamus in ſpatio tenebroſo duobus lucidis corporibus interjecto, hunc videndi modum natura ſuadente, etiam in cælis adhibemus. Animadverſio tantum, ſæpius conſuetudine, & præjudicio tardior, judicia a conſuetudine, & præjudiciis orta corrigere, & reformare poteſt.

III. Lux a ſtellis, aut a planetis adveniens ex parte diſpergitur per athmoſphæram tranſiens. Hæc lucis diſperſæ portio poſt varias in aere reflexiones innumeris diverſis directionibus ad oculum fertur, quæ omnia ſenſibilia cæleſtis ſpatii puncta reſpiciunt. Hinc in oculo impreſſio languidiſſima, ſed omnia cæleſtis hujus ſpatii puncta reſpiciens, illique admodum ſimilis, quam minima lucis portio a tenebroſis terreſtribus corporibus reflexa efficit.

IV. Radii, qui magis per athmoſphæram diſperguntur, ſunt qui magis reflecti, & refringi apti ſunt (a); erunt hi proinde virides, cæru-

(a) *Reflexio lucis eadem eſt in omnibus radiis,*

rulei, purpurei, violacei (866), qui mixti colorem ſatis referunt, quo ſpatia cæleſtia nobis apparent. Hinc videre videmur fornicem illum cæruleum depreſſum, ut curva aſtri cujuſque; lux enim diſperſa, a qua nobis ſpatia hæc exhibentur, languidior eſt in horizonte, minus languida, quo magis ad verticem accedimus.

Perſpectiva.

939. DEFINITIO. *Perſpectiva* ſcientia, ſive ars eſt in ſuperficie objecta deſcribendi qualia viderentur, ſi per hanc ſuperficiem, quæ diaphana eſſet, conſpicerentur.

940. PROBLEMA. I. *Spatium horizontale in plano verticali deſcribere* (*Fig.* 38.).

SOLUTIO. Sit arborum ſeries MN in plano verticali *m n* deſcribenda tamquam viſa a puncto A. Si planum *m n* ſupponatur diaphanum, primum ſpatium F N videretur ſub angulo optico N A F: alterum F G ſub angulo F A G. Quum primus angulus altero major ſit, ſpatium F N in plano *m n* deſcribi debet amplitudine proportionaliter majore.

Eadem ratione arbor prima N, etſi poſtremæ M æqualis, deſcribi debet ſub angulo optico M A *r* majore, quam M A *t*, in quo poſtrema arbor continetur.

941. PROBLEMA II. *Regionem, in qua præta ſint, flumina, ſilvæ, montes, pagi, deſcribere* (*Fig.* 39.).

SOLUTIO. Apto viſus puncto aſſumpto, unde tota regio conſpici poſſit, capiatur rectangulum

---

diis, quum omnes angulum reflexionis (ad ſenſum ſaltem) angulo incidentiæ æqualem faciant. Refractio ea eſt, quæ in ſingulis radiis diverſa eſt. Interpres.

lum R S ſericis filis in plura æqualia quadrata diviſum. Ponatur hoc prope oculum e regione loci deſcribendi, & ab eodem puncto, in quo oculus immotus erit, obſerventur objecta per hunc terræ tractum diſtributa per illa exigua quadrata 1, 2, 9, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *h*.

I. Rectangulum R S verticaliter prope oculum ſtatutum, (ut planum figuræ 39 *mn*), reſpectivam locorum in tractu illo jacentium poſitionem definiet. Notandum dumtaxat eſt quonam quadrato *a* incipiat, quove *e* terminetur cujuſvis objecti viſio: ita determinatur angulorum opticorum magnitudo, ſub quibus ſingula objecta videntur, tum eorum in pictura poſitio, & magnitudo.

II. Sit deinde tela, aut charta in æqualia quadrata, & quadratis rectanguli R S ſimilia, diviſa. In hac deſcribentur objecta in quadratis analogis iis, per quæ in rectangulo R S viſa fuerunt. Patet, picturam ita cujuſque magnitudinis fieri poſſe: ad hoc ſatis eſt chartæ, aut telæ quadrata quadratis rectanguli R S majora, aut minora deſcribere (*Math.* 411,).

III. Objectis recta proportione poſitionis, apparentis magnitudinis, & lineamentorum deſcriptis, umbræ, & cujuſque proprii colores inducentur, tum diverſus lucis gradus pro diverſa cujuſque apparente diſtantia.

942. NOTA. *Perſpectiva* pictorum præcipue ſcientia eſt. Hac diſcunt in tela lucis, & umbræ miniſterio exhibere oculo diſtantias, profunditates, elevationes, quibus oculis jucunda naturæ immitatione illuſio paratur. Ut in tela hoc obtineant,

I. Sub majore angulo optico objecta deſcribunt, quæ propinquiora videri debent; ſub minore, qui in infinitum decreſcere poteſt, quæ magis diſſita.

II. Majori luce, ac denſioribus umbris pingunt, quæ propinquiora videri debent; tenuiori

luce, ac languidioribus umbris, quæ remotiora.

III. Inter ea, quæ propinqua videri debent, & quæ magis diſſita, varia corpora interpingunt magnitudinis paſſim notæ, veluti pagos, ſilvas, plantas, montes, rupes: unde ſpectator natura ipſa ducitur ad ea objecta remota judicanda, quæ ultra hæc corpora picta ſunt, quæ prius occurrunt oculis, utpote majora, magiſque illuminata.

Hinc habetur theoriæ influxus angulorum opticorum in viſionem, diſtantiarum æſtimandarum, & diverſæ lucis denſitatis a magis, minuſve diſtantibus objectis venientis confirmatio.

ARTICULUS II.

CATOPTRICA, SEU LEGES REFLEXIONIS LUCIS.

943. DEFINITIO. *Catoptrica* eſt ſcientia radii reflexi: conſiderat hæc lucem a corporibus impenetrabilibus ſua elaſticitate reflexam.

In generali motus theoria ſcientiæ hujus jam fundamenta jecimus, ubi quid ſit angulus incidentiæ, & reflexionis definivimus (394, 399).

Promiſcue ſumi poteſt tamquam angulus incidentiæ (*Fig.* 34) angulus A C B radio incidente, & plano reflectente M N interceptus, aut angulus ACD radio incidente, & perpendiculari ad punctum incidentiæ interceptus. Si ſumatur angulus A C B, angulus reflexionis erit MCN: ſi ſumatur A C B, angulus reflexionis erit D C N.

THEO-

THEOREMA.

944. *Quocumque modo lux cadat in corpus impenetrabile, ſemper angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis eſt* (*Fig.* 34.).

DEMONSTRATIO I. Theorema experientia conſtat. Intret enim ſolis radius A C in conclave per tubum feneſtræ inſertum. Experientia conſtat, quemcumque angulum faciat radius in ſpeculum planum C cadens, ipſum reflecti ſub angulo reflexionis æquali. Sive ſpeculum ſit horizonti parallelum, ſive perpendiculare, ſive inclinatum, idem eſt: angulus enim reflexionis accuratiſſime obſervatus eodem graduum, ac minutorum numero invenitur, quo angulus incidentiæ. Angulus A C B ſemper angulo M C N, & A C D ipſi D C N æqualis eſt.

DEMONSTRATIO II. Theorema quoque ratione demonſtratur; ſequitur enim ex generali motus theoria, ut oſtendere pronum eſt.

I. A puncto radiante S cadat radius S C perpendiculariter in ſuperficiem quamvis impenetrabilem planam, aut curvam C. Radius unicam ad hanc ſuperficiem motus ſpeciem habet, perpendicularem ſcilicet S C; ſi ergo radius ſit perfecte elaſticus, ut eſſe experientia oſtendit, debet unice in ſe reflecti; reactio enim ſemper actioni e diametro eſt oppoſita (327); nec cauſa ulla eſt, qua radius a recta C S recedat.

II. Ab alio puncto radiante radius A B cadat oblique in ſuperficiem imperviam C. Radius duos æquivalenter ad hanc ſuperficiem motus habet, nempe motum A D ſuperficiei parallelum, & A B perpendicularem; quibus viribus compoſitis deſcribet in incidentia diagonalem A C. At neuter motus in ictu perit; *motus* enim *parallelus* A D nullum in plano obſtaculum offendit; & *perpendicularis* A B totus a plani C reſiſtentia extinctus, totus ad partes oppoſi-

tas a radii reactione reſtituitur. Ergo radius AC poſt ictum eadem motus quantitate pollet, qua ante ictum; motu nempe CD ſuperficiei C perpendiculari, & motu CM illi parallelo; ergo radius in C reflexus deſcribet diagonalem CN ex compoſitis viribus CM = AD, & CD = AB.

Sunt ergo anguli incidentiæ ACD, & reflexionis DCN omnino æquales. In triangulis enim ACD, DCN latus CD commune eſt; latera vero AD, DN ſunt æqualia; ſiunt enim ex motu radii parallelo, qui ante, & poſt ictum idem eſt, plano nihil obſiſtente. Tandem latera AC, NC æqualia ſunt; ab iiſdem enim viribus conſpirantibus fluunt, altera plano parallela, altera perpendiculari. Sunt ergo triangulorum ACD, DCN latera ſingula ſingulis alterius æqualia; ergo & anguli æqualibus angulis oppoſiti ſunt æquales: ergo ACD = DNC; ergo ACB complementum primi æquale eſt ipſi NCM complemento alterius; ergo anguli incidentiæ, & reflexionis ſunt omnino æquales. Q. E. D.

945. NOTA. Superficies reflectentes eſſe poſſunt vel planæ, vel convexæ, vel concavæ, vel mixtæ, nempe partim planæ, partim curvæ. In quovis caſu (*Fig.* 37),

I. *Radius perpendiculariter in ſuperficiem imperviam cadens quamcumque ſemper poſt ictum in ſe redit*; nullum enim alium motum ad hanc ſuperficiem habet, præter perpendicularem: hic incurſu extinguitur, & elaſticitate in partem oppoſitam reſtituitur.

II. *Radii in ſuperficies quaſvis impervias incidentes reflectuntur ab incidentia puncto, quod ut infinite parva ſuperficies haberi debet, cum hac facientes angulum reflexionis angulo incidentia æqualem.* Aſſertio hæc eſt præcedentis theorematis corollarium.

Di-

Directio radii reflexi.

946. EXPERIMENTUM. Si in ſpeculum M cadat oblique radius (*Fig.* 37.),

I. Radius incidens A M, & reflexus M R ſemper ſunt in eodem plano B A F M ſpeculo M perpendiculari.

II. Si ſpeculum M ſit convexum, aut concavum, *planum ductum per directionem radii incidentis, & reflexi tranſibit per centrum curvaturæ*, puta C.

III. Datis oculi R, objecti radiantis A, & ſpeculi plani M poſitionibus, ſi ad ſpeculum ducantur normales B A, F R, & rectæ B R, F A, *punctum ſpeculi reflectens erit in* M, in perpendiculari ducta a puncto interſectionis D ad ſpeculum M.

Imperfectus radiorum ſolarium paralleliſmus. (*Fig.* 40.).

947. EXPERIMENTUM. Sint ad feneſtram V V tubi duo inter ſe paralleli, diametro trium, aut quatuor linearum, per quos tranſeant radii duo ſolares A B, D E, qui cadant in ſpeculum planum M N.

EFFECTUS. I. Radii hi erunt in incidentia ad ſenſum paralleli, ſi parva ſit feneſtræ a ſpeculo diſtantia; quin & in reflexione in parva a puncto reflectente diſtantia erunt ad ſenſum paralleli.

II. Radii hi reflexi B C, E F, quo magis a punctis reflectentibus recedunt, magis invicem accedere videntur: quare ſi in *n* ad diſtantiam pedum octo, vel decem a ſpeculo tantum pollicem invicem diſtant, ut in *a*; ad pedes 1000, vel 2000 a ſpeculo in *x* ſeſe contingent, vel lineas aliquot dumtaxat invicem diſtabunt.

III. Si radii alterutrius reflexi diametrum in *n* prope ſpeculum, & valde a ſpeculo procul in *x* dimetiatur; invenietur radius, puta B C, minori diametro in *n*, quam in *x*: eumque non cylindrum eſſe, ſed conum truncatum creſcentem quo magis a puncto reflectente B recedit.

948. COROLLARIUM. *Filamenta lucida, quibus conſtat radius reflexus, aliquanto convergunt. Hoc etſi in parva diſtantia non appareat, in magna tamen detegitur.* (*Fig.* 41)

EXPLICATIO. I. Sol nobis apparet ſub angulo optico minutorum ferme 32. Quare radii a toto aſtri limbo ad punctum idem D ſpeculi plani M N venientes aliquanto convergunt, & efficiunt conum A D B, cujus vertex inſiſtit puncto reflectenti D, & baſis eſt totus diſcus ſolaris.

II. Filamentum lucidum A D a ſuperiore ſolis limbo adveniens ſpeculo occurrit in D ſub angulo incidentiæ A D M, & reflectitur ſub æquali angulo N D *a*. Alterum filamentum lucidum B E ab inferiore ſolis limbo adveniens ſpeculo occurrit in D ſub angulo incidentiæ B D M minore minutis ferme 32 angulo A D M; & reflectitur ſub angulo N D *b* æquali ipſi B D M, & minore, quam N D *a*, minutis ferme 32. Quare radiorum *a* D *b* faſciculus filamentis conſtat divergentibus, quæ ſpatium eo majus occupant, quo magis a puncto D reflectente recedunt.

III. Si in punctum R incidat ſimilis conus lucidus A R B, hic reflexus efficiet conum *v*R *x*. Quum coni hi *a* D *b*, *v*R*x* parum admodum a cylindris differant ob exiguam filamentorum divergentiam, prope puncta reflectentia apparent paralleli; at non item in magna ab his punctis diſtantia.

IV. Hinc apparet *quare luce ſolis a ſpeculo plano reflexa eo majus ſpatium occupet, quo magis a ſpeculo recedit.* Quodvis enim ſpeculi punctum

ctum radiorum divergentium *a* D *b*, *v* R *x* faſciculum reflectit, quorum ſumma ſolis ſpeciem efficit eo majorem, quo magis a ſpeculo diſtat.

Lucis reflexione generatim perpenſa, illam in ſpeculis planis, convexis, & concavis reflexam conſiderabimus. Ad calcem articuli de immediata reflexionis cauſa nonnulla ſubijciemus.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

SPECULA PLANA.

949. EXPERIMENTUM. Quum plures radii in diverſa ſpeculi plani puncta oblique incidunt (*Math.* 523),

I. (*Fig.* 40). Si radii A B, D E incidant *paralleli*, reflexi quoque B C, E F paralleli perſeverant.

II. (*Fig.* 42). Si radii A *n*, A *m* in ſpeculum R Z incidunt *divergentes*, æque divergentes *n* N, *m* O reflectuntur.

III. Si radii A *n*, B *v* incidunt *convergentes*, & non in idem ſpeculi punctum, æque convergentes *n* N, *v* N reflectuntur.

IV. Si radii convergentes A D, B D (*Fig.* 41) in idem ſpeculi punctum *coincidunt*, reflectuntur divergentia æquali convergentiæ, quam ante reflexionem obtinebant.

Horum ratio eſt, quia in uniformem ubique ſuperficiem hi radii incidunt, cum qua ubique angulos reflexionis angulis incidentiæ æquales efficiunt (944): unde in illis poſt ictum, (modo non coincidant) par paralleliſmus, convergentia, aut divergentia ſervari debet.

THEO-

THEOREMA.

950. *Si ſpeculo plano* R Z *objiciatur objectum quodvis* A B (*Fig.* 42),

I. *Imago objecti poſt ſpeculum apparebit ad diſtantiam æqualem diſtantiæ objecti a ſpeculo.*

II. *Imago hac objecto perfecte ſimilis, & æqualis erit.*

III. *Imago hac ipſam objecti poſitionem obtinebit; at quæ partes in objecto dextera ſunt, in imagine erunt ſiniſtra.*

EXPLICATIO. Jam diximus, objecta lucida, aut illuminata imaginem ſuam in oculis pingere, atque hanc nihil eſſe, præter varios lucis, & umbræ gradus (909, 911). Objecta quoque imaginem ſuam in ſpeculo pingunt; atque hæc a plano ad oculos reflectitur quum ſunt in directione imaginis reflexæ.

Quum objectum directe conſpicimus, videmus objectum ipſum ex imagine in retina picta: quum objectum in ſpeculo inſpicimus, ejus imaginem poſt ſpeculum videmus, ubi objectum non eſt. Hanc porro imaginem per partes conſiderabimus theorema ipſum per partes demonſtrantes.

DEMONSTRATIO I. *Imago objecti æque diſtans poſt ſpeculum videri debet, ac objectum a ſpeculo diſtet.*

I. Ab omnibus objecti illuminati punctis ſenſibilibus quaquaverſum reflectuntur coni lucidi (892), quorum plærique recta feruntur in ſpeculum planum R Z, & ab illo reflectuntur ſub angulo æquali (944).

II. Inter radios omnes divergentes a puncto A tamquam a centro ſphæræ procedentes, & ab omnibus ſpeculi R Z punctis reflexos exigua tantum portio *n A m* ſub angulis reflexa angulis incidentiæ æqualibus ad oculum N O fertur. Ceteri quoque pari ratione reflexi aut ſupra oculum N O, aut infra, aut ad latera fe-

run-

runtur: oculo itaque inutiles ſunt, illos propterea negligemus.

III. Quum natura duce objecta ad verticem coni lucidi oculum afficientis referamus (912); punctum A referemus ad punctum *a*, ad quod concurrunt lineæ N*n*, O*m* conum lucidum N*nm*O circumſcribentes, quo cono punctum A oculum afficit, & in retina pingitur. Eadem ratione objecti punctum B viſum per radios B*v*N, B*ſ*O referetur ad *b* poſt ſpeculum.

Quæ theoria oſtendit extrema objecti puncta A, & B videri debere in *a*, & *b* poſt ſpeculum, oſtendet quoque intermedia objecti puncta E viſum iri poſitione intermedia in *e* poſt ſpeculum.

IV. Oſtendendum modo, imaginem *ab* æque a ſpeculo diſtare, ac diſtet objectum AB. Quum radii ſinguli A*n*, A*m*, B*u*, B*ſ* faciant cum ſpeculo angulum reflexionis angulo ſuæ incidentiæ æqualem (944), radii A*n*, A*m*, tum & B*v*, B*ſ* ad oculum poſt reflexionem advenient eadem divergentia, qua in ſpeculum inciderent (949): ergo conus imaginarius *man* omnino æqualis eſt vero cono *m*A*n*, ut conus imaginarius *ſbv* vero cono *ſ*B*v* æqualis eſt.

· Transferamus ergo conum *n*A*m* a ſpeculo reflexum ſupra fictitium *nam* poſt ſpeculum; & alium *v*B*ſ* ſupra fictitium *vbſ*: duo veri coni, quorum vertex eſt ad objectum AB, cadent ſupra fictitios, quorum vertex eſt ad imaginem *ab*. At poſtremorum vertices ſunt puncta, ad quæ poſt ſpeculum referimus quodvis imaginis objecti AB punctum (912): ergo quodvis hujus imaginis punctum poſt ſpeculum tantum a ſpeculo diſtat, quantum objectum. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. *Imago objecti apparebit objecto æqualis, & ſimilis.* Apparebit æqualis; quum enim reflexio radiorum A*n*, B*v* ab extremis objecti A, & B procedentium convergentiam non immutet (949); & objectorum

ap-

apparens magnitudo pendeat ab angulo optico, ſub quo videntur (916); jam imago *a b* ſub angulo *a* N *b* viſa ejuſdem apparebit magnitudinis, cujus appareret objectum in *a b*, ſeu viſum a puncto *x* ſub angulo A *x* B ipſi *a* N *b* æquale.

Imago *a b* erit objecto ſimilis. Quum enim ſpeculum planum achromaticum radios ab objecto A B emiſſos uniformiter reflectat: lucidiores objecti partes & in imagine erunt magis illuminatæ; partes coloratæ objecti eoſdem & in imagine colores referent. Quare omnes imaginis partes erunt, ut analogæ objecti partes, illuminatæ, coloratæ, diſpoſitæ. Q. E. D.

DEMONSTRATIO III. *Imago eandem partium poſitionem habebit, quam objectum*. Quum enim ſpeculum planum radiorum, quos reflectit ordinem, & poſitionem non immutet; jam pars ſuperior *a* imaginis ſuperiorem objecti partem A referet, inferior *b* inferiorem B objecti.

Quum vero imago fiat a radiis procedentibus ab objecti punctis inæqualiter illuminatis; imago, & objectum eandem partem illuminatam exhibere debent. Quare *pars in objecto dextera in imagine erit ſiniſtra*, quaſi pictura chartæ ſuperpoſitæ impreſſa; ſeu ſicuti res ſe habet quum duo homines ſeſe alter alterius e regione ſtatuunt. Q. E. D.

NOTA. Si objectum A B non ſit ſpeculo R Z parallelum, & punctum B, exempli cauſa, magis diſtet, quam punctum A; imago erit ſpecuculo inclinata, ut & objectum, & punctum *b* imaginis magis a ſpeculo diſtabit, quam *a*, quantum punctum B objecti magis a ſpeculo diſtat, quam A.

Coni enim lucidi *n* A *m* = *n a m*, & *v* B *ſ* = *v b ſ* in unum punctum eo remotius concurrunt, quo longiori ad oculum ſemita pervenerunt (914).

CO-

COROLLARIA.

951. COROLLARIUM I. *Objecto ad ſpeculum planum accedente imago accedere, recedente recedere videtur* (*Fig.* 42).

EXPLICATIO. Conus lucidus *n* A *m* punctum A, exempli gratia, in oculo pingens poſt reflexionem directione *n* M, & *m* O eo longius terminatur poſt ſpeculum, quo ab objecto remotiore advenit; & vice verſa eo propius terminatur, quo a propiore objecto procedit (9.4). At nos ſemper quodvis objecti punctum referimus ad apicem coni lucidi, quo oculus afficitur (912).

952. COROLLARIUM II. *Quum ſpeculum, & objectum ſunt parallela, & oculus a ſpeculo æque diſtat, ac objectum; pars ſpeculi reflectens eſt objecto, & imagine dimidio minor.*

EXPLICATIO. Objectum A B a puncto *x* videbitur ſub angulo A *x* B; idem objectum a puncto N videtur ſub angulo *a* N *b*. Linea *n v* bifariam ſecans angulos hos ſectione baſibus AB, *a b* parallela, eſt hiſce baſibus dimidio minor (*Math.* 405). At linea *n v* metitur partem ſpeculi reflectentem radios ab objecto A B ad oculum O N venientes; ergo pars ſpeculi ad oculum O N reflectens eſt dimidia imaginis A B, & *a b* objecto æqualis.

Quamobrem qui ſe in ſpeculo aſpicit, nequit ſe totum videre, niſi ſpeculum ſit ſaltem dimidiæ ejus altitudini, & latitudini æquale. Poterit tamen in ſpeculo objecta ſe majora videre, modo ipſe prope ſpeculum ſit, objecta procul; lineæ enim divergentes N *v* B, N *n* A indefinite ultra objectum A B productæ objectum cujuſcumque magnitudinis complecti poterunt, quod in oculo pingetur ex reflexione a ſpeculi parte *n v*.

953. COROLLARIUM III. *Si in ſpeculo plano horizonti parallelo ſpectetur objectum horizon-*

ti

ti perpendiculare; ejus imago apparebit perpendicularis, & inverſa (*Fig.* 46).

EXPLICATIO. Sit R Z ſpeculum horizontale: A B objectum verticale: G H oculus ſpectatoris. Objecti punctum A pingitur in oculo radiis reflexis A *r* G, A *ſ* H; videbitur ergo in *a* ad extremas lineas G *r a*, H *ſ a* oculum luce afficientes (912). Pari modo objecti punctum B in oculo pingitur radiis reflexis B *m* G, B *n* H: videbitur ergo in *b* ad extremas lineas G *m b*, H *n b*. Ita quoque ſimili poſitione cetera puncta objecti intermedia referentur in imagine *b a* perpendiculari, & inverſa: objecti punctum E in imagine pingetur in *e*.

954. COROLLARIUM IV. *Si in ſpeculo plano 45 gradus ad horizontem inclinato inſpiciatur objectum horizonti perpendiculare, ejus imago apparebit horizontalis* (*Fig.* 44).

EXPLICATIO. Sit R Z ſpeculum: A B objectum verticale: G H oculus ſpectatoris: *a b* erit imago objecti. Punctum enim A objecti in oculo pingitur a radiis reflexis A *x* H, A *ſ* G, & videtur in *a* ad punctum, in quod coincidunt radii producti G *ſ*, H *x*. Pari modo objecti punctum B in oculo pingitur a radiis reflexis B *m* H, B *n* G, & videtur in *b*. Puncta intermedia D objecti ab analogis punctis *d* imaginis horizontalis *a b* referentur.

955. COROLLARIUM V. *Cum ſpeculum planum circa ſe convertitur coram objecto; imago objecti duplum ſpatium percurrit illius, quod percurrit objectum, quod circa ſpeculum immobile convertatur.*

EXPLICATIO. Quum objectum verticale in ſpeculo hotizonti perpendiculari repræſentatur, imago objecti eſt ſpeculo parallela. Si vero ſpeculum ad 45 gradus ad horizontem inclinetur, imago objecti eadem qua ſpeculum directione percurrit arcum graduum 90, & fit horizonti parallela. Si ſpeculum moveri perget do-

nec

nec arcum percurrerit graduum 90, & fuerit horizonti parallelum, imago objecti eodem tempore ſemicirculum percurrit, & fit inverſa & horizonti perpendicularis. Duplum ergo ſpeculi imago motum habet.

Ratio huius eſt, quia radius reflexus, quum ſpeculum movetur, locum mutat & ratione anguli incidentiæ, & ratione anguli reflexionis; quare radius reflexus objectum in oculo pingens duplum ſpeculi motum habet, & imaginis motum efficit duplum illius, quo movetur ſpeculum. Exempli cauſa: (*Fig.* 45)

Sit ſpeculum planum MR, in quod incidat radius SN. Hic angulum reflexionis angulo incidentiæ æqualem faciens in oculum feretur in V; & objectum S videbitur in *ſ* ad extremitatem radii VN (912). Si ſpeculum circa ſe converſum ad punctum N decem gradibus inclinetur ab MR in *mr*: angulus incidentiæ SN*m* minor erit 10 gradibus quam præcedens incidentiæ angulus SNM: ergo & angulus reflexionis XM*r* decem gradibus minor erit præcedente reflexionis angulo VNR. Ab hoc angulo VNR aufer decem gradus VT ratione inclinationis R*r* ſpeculi; & decem gradus TX ratione reflexionis radii a ſpeculo: remanebit angulus XNR, qui cum angulo RN*r* efficiet angulum reflexionis *r*NX radii SN cum ſpeculo *mr*. Radius SN ad oculum feretur in X, & objectum S videbitur in *x*. Itaque imago objecti percurrerit arcum *ſ t x* graduum 20, dum ſpeculum tantum percurrerit arcum M*m*, vel R*r* graduum 10; ergo imago duplum ſpeculi motum habere debet. Exemplum alterum (*Fig.* 48).

Sit ſpeculum planum MR horizonti perpendiculare dum objectum S, & oculus O in his punctis ſiſtunt. Radius SNO objectum S oculo exhibet in *ſ*: alter radius SVT infra oculum O in T cadit. Inclinetur ſpeculum MR in *m r*: radius SNO reflectetur ad P ſupra oculum; & al-

& alter radius SVT, qui ad T reflectebatur, quum ſpeculum erat verticale, eo magis ad oculum accedet quo magis ſpeculum inclinabitur motu duplo motus ſpeculi, ut ſupra explicavimus; & fiet radius S*a*O, qui objectum S exhibebit in *x*. Imago objecti videbitur percurriſſe arcum *ſ x* duplum arcus M *m* a ſpeculo percurſi.

956. COROLLARIUM VI. *Si plura ſpecula plana ita diſponantur, ut ſingula ſpecula radium ab eodem objecto venientem in eundem oculum reflectant; ejus imago directe toties videbitur, quot ſunt ſpecula reflectentia.*

Videbitur enim objectum in verticibus conorum omnium illud in oculo pingentium. (912)

957. COROLLARIUM VIII. *Imago objecti in eodem ſpeculo plano ſæpius repeti poteſt.* (*Fig.* 43.)

EXPLICATIO. Explicanda eſt illuſio optica a duobus ſpeculis planis parallelis, altero alterius e regione poſito, exorta. Lampas inter illa ſuſpenſa ſæpius imaginem ſuam in eodem ſpeculo repetit in ſeriem. Prima imago vividior eſt, & propinquior: altera minus vivida, & remotior: tertia adhuc minus vivida, magis diſtans; atque ita porro, donec radii repetita reflexione languentes non amplius ſenſibiliter oculum afficiant.

Sint duo ſpecula parallela MR, TZ, inter quæ ad æqualem ab utroque diſtantiam ſit aut lampas accenſa, aut aliud objectum S. Hujus radii ſæpius a primo ſpeculo ad alterum, & ab hoc ad illud reflectuntur.

I. Oculus in O objecti S imaginem videt in *a* per radium ſemel reflexum SXO: hæc imago tantum diſtat poſt ſpeculum, quantum objectum S a ſpeculo (950)

II. Oculus O videt deinde imaginem objecti S in *b* per radium bis reflexum S*tv*O. Imago hæc *b* duplo, quam prior, poſt ſpeculum diſtat; radius S*tv* O, a quo in oculo pingitur, duplum ſpatium

tium percurrit, quam radius SXO (914). Imago hæc *b* languidior eſt præcedente *a*; radius enim, a quo pingitur, duas reflexiones ſubiit, quibus languidior effectus fuit, & duplum ſpatium percurrit, magis magiſque rarefactus. (*)

III. Oculus O adhuc imaginem objecti S videt in *c* ex radio ter reflexo *Spqr*O. Imago hæc adhuc minus clara, & triplo remotior apparet; radius enim, a quo pingitur, triplum primi iter peregit.

IV. Oculus O iterum imaginem objecti S videt in *d* ex radio quater reflexo *Sklmn*O. Imago hæc præcedentibus languidior, & remotior eſt; radius enim a quo pingitur, plures præcedentibus reflexiones ſubiit, & longius iter peregit.

V. Videbit quoque oculus alias objecti S imagines in directione *aef* ex aliis radiis quinquies, ſexies, ſepties, octies a ſpeculo ad ſpeculum reflexis. Quum vero lux hæc magis, magiſque langueſcat, quo magis ab objecto radiante recedit, & quo plures reflexiones ſubit, ceſſat tandem oculum ſenſibiliter afficere. Quo lux objecti S vividior eſt, & quo ſpecula propinquiora, eo major eſt imaginum numerus in directione *abcdef*.

958. NOTA. Hæc omnia in duobus parvis ſpeculis planis, candela accenſa interpoſita, obſervari poterunt. (*Fig.* 43)

I. Si candela S æque diſtat a ſpeculis MR, TZ, imagines *a*, *b*, *c*, *d*, *e* æque invicem diſtabunt.

II. Si candela S rubra ſit ſpeculum MR verſus, ſpeculum vero TZ verſus alba, prima imago

(*) *Ejus partibus hac illac in reflexione irregulariter projectis pluribus, neque diſperſis.* Interpres.

go *a* rubra erit, altera *b* alba, tertia *c* rubra, quarta *d* alba; atque ita porro. Oppoſitum contingeret 𝔖, ſi oculus ad ſpeculum TZ converteretur: in eo ſimilem imaginum ſeriem videret, quarum prima alba eſſet, altera rubra, tertia alba, quarta rubra; atque ita porro. Quodvis enim, ſpeculum primo in oculum radios reflectit a parte objecti illi obverſa procedentes.

III. Si objectum *S* ad ſpeculum MR accedat, aut ab eo recedat, prima imago *a* accedit pariter, aut recedit. (951)

IV. Quum objectum S ſpeculo MR eſt valde proximum, & ab alio TZ valde remotum; prima imago *a* valde prope ſpeculum viſa ab alia *b* valde diſtat: radius enim bis reflexus *Stv*O multo longius iter peregit, quam radius ſemel reflexus *S*XO (914). Verum tertia imago *c* parum a ſecunda *b* diſtat; radius enim ter reflexus *Spqr* O vix longius iter peragit radio bis reflexo *Stv* O.

Quum lampas uni ſpeculo valde propinqua eſt & ab altero valde diſſita, imagines exhibentur tamquam ſeries columnarum geminatim diſpoſitarum.

§. II.

SPECULA CONVEXA ET CONCAVA.

959. DESCRIPTIO I. *Speculum convexum* (*Fig.* 50) eſt ſegmentum convexum APB ſphæræ, materia conſtans luci impervia, in externa curvatura perpolitum. Punctum C eſt centrum curvaturæ; cunctum P eſt polus ſpeculi: linea indefinita PCD eſt ejus axis.

960. DESCRIPTIO II. *Speculum concavum* eſt ſegmentum concavum MPR ſphæræ, materia conſtans luci impervia, in intima ſuperficie

peh-

perpolitum. Cenſet Volfius, ſpecula concava, quæ ſint maximæ ſphæræ portio, ſegmentum eſſe debere M P R 18 gradus non excedens; ſpecula, quæ minimæ ſphæræ portio ſint, ad 30 gradus extendi poſſe.

I. *Centrum curvaturæ* dicitur centrum ſphæræ M R D M, cujus peripheriæ portio eſt ipſum ſpeculum M P R,

II. *Speculi polus* dicitur punctum P ab omnibus ſectionis circularis R M R ſpeculi punctis æque diſtans,

III, *Axis ſpeculi* dicitur recta P C N per polum, & per curvaturæ centrum tranſiens.

IV. *Speculi focus* dicitur ſpatiolum F, in quod radii paralleli a ſpeculo reflexi colliguntur. Nomen ortum traxit ab incendio, quod radii ſolis a ſpeculo concavo in punctum hoc F, aut ſimile collecti excitant.

961. DESCRIPTIO III. *Speculum cylindricum* illud eſt, cujus ſuperficies reflectens cylindrica eſt: *ſpeculum conicum* ſuperficiem reflectentem conicam habet; atque idem dicas de aliis ſpeculis reflectentibus, quæ omnia luci impervia eſſe debent,

Specula convexa, concava, cylindrica, pyramidalia paſſim metallica ſunt. Eorum materia conſtare ſolet cupri partibus octo, pyritis partibus quinque, ſtamni parte una, cui aliquando paululum antimonii, & ſalis ammoniaci additur.

Quum horum ſpeculorum effectus unice a radiorum reflexione pendeant; jam materia quævis apta lucem reflectere ſpeculis his conficiendis apta eſt. Ex craſſiore charta auro, aut argento obductaſiunt, quæ ſatis efficacia ſunt: ex vitroquoque fiunt ſtamno obducto, ut ſpecula communia.

EXPERIMENTA,

962. EXPERIMENTUM I. *Quum plures radii in ſpeculum convexum* K V H *oblique incidunt,* (*Fig.* 53) I, Si

I. Si radii A *a*, R *r* *incidant paralleli*, in reflexione *a b*, *r ſ* divergent.

II. Si radii *b a*, *ſ r* *incidunt convergentes*, nec ad curvaturæ centrum C directi, minus convergentes *a* A, *r* R reflectentur. Poteſt convergentia ita imminui, ut paralleli fiant, aut divergentes in reflexione *a* T *t*, *r* T *t*.

Si radii convergentes ad centrum curvaturæ convexæ dirigerentur; eſſent ſpeculo perpendiculares, & in ſe reflecterentur. (944).

III. Si radii T *a*, T *r* *incidunt divergentes*, magis divergentes reflectentur *a v*, *r z*.)

Horum ratio eſt, quia ſpeculum convexum K V H cenſeri debet conſtans infinitis minimis ſuperficiebus planis *a r*, quarum quælibet poſitionem habet a ſibi proxima divergentem. Ergo radius quilibet diverſo modo reflecti debet, ſemper cum parva ſuperficie *a*, aut *r*, in quam incidit, angulum reflexionis faciens ſuæ in hanc minimam ſuperficiem incidentiæ æqualem. (944)

963. EXPERIMENTUM II. *Quum plures radii in ſpeculum concavum* KPH *oblique incidunt*, (*Fig.* 53)

I. Si radii M *m*, N *n* *incidunt paralleli*, in reflexione *m* X, *c* X convergent.

II. Si radii M *m*, N *n* *incidunt convergentes*, in reflexione adhuc magis convergent; unde & in unum punctum X concurrere poterunt, ultra quod procedent divergentes.

III. Si radii X *m*, X *n* *divergunt*, *quin a curva centro procedant*, in reflexione *m* M, *n* N minus divergent. Hæc imminutio eo progredi poteſt, ut fiant paralleli, imo & convergentes.

Si radii divergentes a curvaturæ centro C procederent, ſinguli ſuæ ſuperficiei reflectenti perpendiculares eſſent, & in ſe reflecterentur.

Horum ratio eſt, quia ſpeculum concavum K P H cenſeri debet conſtans infinitis minimis ſuperficiebus planis invicem convergentibus. Ergo quilibet radius diverſo modo reflecti debet, ſem-

ſemper cum ſua ſuperficie angulum reflectionis faciens angulo ſuæ in illam incidentiæ æqualem.

964. EXPERIMENTUM III. *Specula concava pro omnibus radiis non eundem focum habent.* Alius enim focus eſt parallelorum, alii ſunt convergentium, alii divergentium. Experientia conſtat (*Fig.* 51)

I. *Radiorum parallelorum* A B, D E, M P *focum* eſſe inter polum P, & curvaturæ centrum C in exiguo ſpatio F ferme ad dimidium radium curvaturæ C P.

Dico *in exiguo ſpatio*, non in puncto F; neque enim curvatura ſphærica eſſe deberet, ut omnes radii a ſpeculo reflexi in unicum punctum concurrerent. Ita non concurrunt niſi radii axi M P proximi: ceteri in exiguum ſpatium circa punctum F coincidunt.

Dico quoque *ferme ad dimidium radium curvaturæ*; neque enim focus radiorum parallelorum accurate ad dimidium curvaturæ radium eſt, ſed polo P paulo propinquior, quam curvaturæ centro C, inter quartam, & quintam diametri P C D partem. (*Fig* 52)

II. *Radiorum convergentium* N *g*, H *i* (*fig.* 51) *focum* eſſe ſpeculo propinquiorem in K, inter polum P, & radiorum parallelorum focum F. Quo magis radii hi convergunt, eo magis eorum focus K ad ſpeculi polum P accedit.

III. *Radiorum divergentium* R *m*, R *o focum* eſſe in M magis a ſpeculo diſtantem foco parallelorum A B, D E: radiorum minus divergentium M *m*, M *o* focum eſſe in R parallelorum foco F propinquiorem: radios multo magis divergentes K *g*, K *i* procedentes a puncto inter ſpeculum, & focum radiorum parallelorum focum non habere, etſi reflexi minus divergant, ut *g* N, *i* H.

Quum radii divergentes F B, F E a foco F profecti reflectantur paralleli B A, E D; jam radii R *m*, R *o* a remotiore puncto venientes in reflexione convergent. Horum enim angulus inci-

dentiæ minor eſt, quam ſi a foco F procederent; hinc paralleli nunquam erunt, & ad majorem, minoremve diſtantiam M verſus concurrent.

IV. Radii Rm, Ro remotius concurrent, quo a puncto R foco F propiore procedent; eo propius, quo a puncto R a foco F, & a ſpeculo P remotiore advenient: ut ſcilicet magis, minuſve ad parallelos A B, D E accedent, ubi in punctum F concurrerent. Si a curvaturæ centro C adveniant, convergentes in ſe reflectentur ad C; tunc enim erunt omnes ſuperficiei reflectenti perpendiculares.

965. EXPERIMENTUM IV. *Si ſpeculum concavum R P M ita ſoli obvertatur, ut ejus axis P C N indefinite productus per centrum ſolis tranſeat*; (ſpeculum MNA in hoc experimento non apparet) (*fig.* 52)

I. Solis radii M m, N P, A a omnes ad ſenſum paralleli, utpote in parvo ſpatio minimum divergentes (947), reflectentur omnes in exiguum ſpatium F, qui ſpeculi focus eſt, & ferme ad dimidium eſt curvaturæ C P radium.

Ratio hujus eſt, quia ſpeculum concavum M P R conſtat infinitis minimis planis invicem convergentibus; quare ſinguli ſolis radii paralleli quum reflexionis angulum faciant cum plano, in quod incidunt, angulo incidentiæ æqualem, omnes ad F reflectuntur.

II. Corpus in F poſitum ab hiſce radiis in unum collectis comburetur, aut in calcem reddetur; at non item ſi extra punctum F propius ipſi C, vel P: radii enim ſolares m F, P F, a F tantum ad punctum F concurrunt, & ſimul agunt. Hinc apparet cur ſpecula cauſtica, quæ ſunt ſegmenta concava ſphæræ ad datam tantum diſtantiam, quæ ferme eſt dimidius curvaturæ radius, comburant. (964)

966. EXPERIMENTUM V. *Si in foco F ſpeculi concavi, ad æqualem ferme a polo P, & a centro C diſtantiam candela accenſa collocatur*: (*fig.* 52)

I. Ra-

I. Radii omnes divergentes F*a*, FP, F*m* reflectentur axi PN paralleli: quare videbitur e ſpeculo exire cylindrus lucis vividiſſimus, qui ad magnam diſtantiam percipietur. Radii quippe a candela emiſſi idem præſtant, quod radii reflexi a ſpeculo in præcedente experimento. Candelæ radii ſinguli cum plano, in quod incidunt, angulos facientes incidentiæ, & reflexionis æquales directionibus *m* M, P N, *a* A parallelis reflectuntur.

Hiſce principiis lampades duplici ellychnio Pariſienſes vias noctu illuſtrantes conſtructæ ſunt. Poſt quodvis ellychnium F ſitum eſt parvum ſpeculum concavum excavatum R P M, quod focum habens in ellychnio F, aut paulo ultra utrinque ſecus viam ingentem lucis cylindrum, aut conum reflectit. In ſuperiori laternæ parte ingens ſpeculum concavum ſitum eſt, in duas ſectiones diviſum, quod focum habens ad ellychniorum diſtantiam, aut paulo ultra, ingentem lucis cylindrum, aut conum ſupra ſolum reflectit.

II. Cylindrus lucidus a ſpeculo concavo M P R ejectus in aliud ſpeculum, concavum M N A receptus ad 20, aut 30 pedum diſtantiam, adhuc in eundem focum *f* concurret, ubi vividiſſimam lucem exhibebit.

Hæc principia ſequendo experimentum fieri poteſt ſane mirum, & perjucundum. Ad focum F ſtatuatur carbo accenſus. Follis duplicis tubus in directione C F poſitus perpetuo hujus carbonis calorem in ſpeculum M P R proijciat: moleculæ igneæ reflectentur directionibus parallelis *m* M, P N, *a* A, & cylindri ignei ſpeciem efficient. Si in N ad 20, aut 30 pedum diſtantiam ſtatuatur aliud ſpeculum concavum primo parallelum, ita ut eorum axes congruant; cylindrus igneus a primo ſpeculo veniens ab altero reflectetur, & in focum *f* colligetur, ubi ignitabulum, vel pulverem pyrium accendet; uti ſæpius Nolletus expertus eſt.

COROLLARIA.

Specula catoptrica convexa, concava, cylindrica, conica plura jucunda phænomena exhibent quæ nos ſingillatim non perſequemur. Præcipua tantum explicabimus; cætera lectoris ſagacitati explicanda relinquemus; omnia ſiquidem a ſtatutis principiis deſcendunt.

967. COROLLARIUM I. *In ſpeculo convexo imagines minus, quam in plano remota apparent.* (*fig.* 54)

EXPLICATIO. Radii divergentes S*m*, S*n* ab eodem puncto radiante profecti magis divergunt in reflexione *m*C, *n*D (962). Ergo radii hi reflexi C*m*, D*n* coincidunt, & objectum exhibent in *ſ* (812) propius ſpeculo convexo T*mn*V, quam ſi planum eſſet. (950)

968. COROLLARIUM II. *Imagines in ſpeculo concavo viſa magis remota ſunt, quam in plano.* (*fig.* 49)

EXPLICATIO. Radii divergentes A*r*, A*x* ab eodem puncto radiante profecti in reflexione *r*N, *x*O minus divergunt (965). Radii hi itaque reflexi N*r*, O*x* coincidunt, & objectum oſtendunt in *a* remotius a ſpeculo concavo TPV, quam ſi illud planum eſſet.

969. COROLLARIUM III. *In ſpeculo convexo objectorum imagines minores ſunt, quam in plano.* (*fig.* 57)

EXPLICATIO. Videatur objectum AC ab oculo O, in ſpeculo convexo BD prope ſpeculum in *ac* (967). Radii convergentes AB, CD ab objecti extremis procedentes, ut ad oculum adveniant, fiunt minus convergentes in reflexione BP, DO (962). Objectum ergo AC videbitur in *ac* ſub angulo optico *a*O*c*, qui minor erit, quam ſi radii OB, OD, quibus efficitur, reflecterentur ita convergentes, ut inciderant.

Si ſpeculum convexum *x*BD planum eſſet, nec

radii

radii AB,CD poſt reflexionem minus convergerent; objecti imago videretur ſub angulo optico *x* O *c* majore, quam *a*O*c*: major ergo hæc imago videretur. (917)

970. COROLLARIUM IV. *Objectorum in ſpeculo concavo viſorum imagines majores ſunt, quam in plano.* (*fig.* 55)

EXPLICATIO. Videatur objectum MN ab oculo R in ſpeculo concavo V X valde procul poſt ſpeculum in *mn* (968). Radii MV, NX ab extremis objecti procedentes, ut ad oculum veniant in R, in reflexione VR, XR magis convergunt (963): ergo objectum MN videbitur ſub angulo optico *m* R *n* majore, quam ſi radii RV, RX, quibus efficitur, a ſpeculo plano reflecterentur, a quo eorum convergentia non augeretur.

Imagines in ſpeculis, & extra ſpecula.

971. OBSERVATIO I. Specula plana, convexa, cylindrica ſemper objecti imaginem exhibent poſt ſuperficiem reflectentem. Specula hæc ſemper ſunt inter imaginem,& oculum ſpectatoris.

Non ita ſe res habet in ſpeculis concavis. Imago objecti in his modo poſt ſuperficiem reflectentem, modo ante apparet, aliquando inverſa. Pendent hæc omnia a modo quo radii a ſpeculo reflectuntur, & ad oculum adveniunt. Ratio & experientia concordes probant. (*fig.*49)

I. Quum objectum ante ſpeculum concavum ſitum eſt inter focum F, & polum B, puta in A, *imaginem videri poſt ſpeculum* in *a*, in axe producto. Tunc imago poſitione eſt ſatis objecto conformi, ut in figura 55: tunc non eſt inverſa.

II. Quum objectum magis diſtat, quam focus F citra, aut ultra curvaturæ centrum C; *imago e ſpeculo egreditur*, & magis, minuſque progreditur pro diverſa objecti a ſuperficie reflectente diſtantia, Exempli gratia, objectum B vide-

tur, non poſt ſpeculum, ſed extra in H: at oculus eſſe debet ultra punctum H in M. *Tunc imago inverſa eſt*: objecti pars ſuprema in imagine eſt infima, & vice verſa. Ut phænomenon explicemus. (*fig.* 56)

Sit ſagitta A B poſita ultra focum F ſpeculi concavi MN. Radii divergentes A M a puncto A profecti reflectuntur convergentes in *a*, unde divergentes ad oculum H adveniunt: ergo punctum A videtur in *a* (912). Ceteri radii divergentes B N a puncto B emiſſi reflectuntur convergentes in *b* (964), unde veniunt divergentes in H: ergo punctum B videtur in *b*. Ergo objecti A B imago videtur extra ſpeculum in *b a*, poſitione inverſa; radii enim illam in oculo pingentes ſeſe ad F decuſſant antequam ad oculum H pertingant.

972. OBSERVATIO II. Si in *a b* collocetur charta alba, in quam cadant radii reflexi *a*M, *b*N; imago objecti A B in hac charta picta videbitur a pyramidibus lucidis M*a*, N*b*; & oculus in R hanc imaginem videbit per radios divergentes *a* R ex ſingulis imaginis punctis a charta reflexos. Si vero charta aut citra, aut ultra punctum collocetur, in quod concurrunt radii M*a*, N*b*; nulla erit imago; *radii enim ab eodem objecti puncto venientes puncti hujus imaginem non pingunt niſi in puncto, in quod concurrunt*; puncti A ſcilicet imaginem in *a*, & puncti B in *b*. Ex his ſequitur, (*fig.* 56)

I. *Specula plana, convexa, cylindrica nunquam imaginem extra ſe pingere*. Nunquam enim concurrere faciunt radios divergentes ab eodem puncto profectos, quos reflectunt; ſed divergentes, ut venerunt, relinquunt, aut magis divergentes in reflexione efficiunt.

II *Specula concava non ſemper, & ubique imaginem efficere*; etſi enim poſt reflexionem ex illis radii AR ſemper minus divergant, non ſemper fiunt quoque convergentes, & in punctum concurrentes. (*fig.* 49) III.

III. *Punctum, in quo ſpecula concava imaginem efficiunt, varias a ſpeculo diſtantias obtinere*, pro objecti a ſpeculo ultra focum diſtantia. Si punctum radians B ſpeculo magis admoveretur, ſemper tamen ultra focum F; radii B X H ad majorem a ſpeculo diſtantiam concurrerent, & imaginem efficerent ad punctum K. Si idem punctum B magis a ſpeculo diſtaret, radii B X H propius ſpeculo concurrerent, & imaginem effingerent. (964, IV.)

Imago H eo, ceteris paribus, vividior eſt, quo objectum B ſpeculo propius eſt: lux enim, quæ in punctum collecta objecti imaginem efficit, eo magis langueſcit, quo majus ſpatium ante reflexionem percurrit. Obſervatio hæc alibi dicta confirmat, imagines ſcilicet objectorum ſive in oculo, ſive extra oculum nihil aliud eſſe videri, præter lucem, & umbram. (911)

IV *Quum objectum in ſpeculi foco eſt, imaginem non haberi*: radii enim omnes divergentes ab eodem puncto radiante profecti reflectuntur paralleli, nec concurrunt. (966)

V. *Neque imaginem haberi quum objectum eſt in centro curvaturæ*. Tunc enim radii omnes confuſe in ſe ipſos redeunt, & promiſcue in idem punctum concurrunt; unde aut nulla imago, aut admodum confuſa.

973. COROLLARIUM V. *Si e ratione ſpeculi cylindrici horizonti perpendicularis objectum illi parallelum ſtatuatur: imago objecti aque alta erit, at minus lata, quam ſi ſpeculum planum eſſet.*

EXPLICATIO. I. Imago æque alta erit, ac in ſpeculo plano: plana enim infinite parva, quibus ſpeculum cylindricum conſtat, reſpectu altitudinis neque convergunt, neque divergunt. Quare hac ratione ſpeculo plano æquivalent.

II. Imago minus lata erit, quam in ſpeculo plano; plana enim infinite parva ſpeculi cylindrici omnia reſpectu latitudinis invicem ita di-

vergunt, ut in zonas circulares, ſeu polygona infinitorum laterum conformentur. Radii in minima hæc plana divergentia incidentes ſinguli diverſo modo reflectuntur, & eo magis poſt reflexionem divergunt, quo planum reflectens eorum incidentiæ magis obliquum eſt. Exempli cauſa: (*fig.* 58)

Sit V Z zona circularis ſpeculi cylindrici: A B objectum quodvis ab zona reflectente exhibendum: *r ſ* oculus ſpeculum cylindricum aſpiſciens. A puncto A venit conus lucidus *d* A *c*; a puncto R alter conus lucidus *n* B *m*: zona reflectens eſt ſpeculum convexum reſpectu radiorum in ipſam incidentium. Quum conus *d* A *c* in reflexione magis divergat (962), convertitur in *r a ſ*: ergo punctum A videbitur in *a*. (912) Pari modo quum conus *n* B *m* poſt reflexionem magis divergat, mutatur in *r b ſ*: ergo punctum B videbitur in *b*. Ergo objectum B videbitur in ſpatio admodum contracto *a b*. Objecti ergo A B in ſpeculo cylindrico latitudo admodum minuetur, intacta altitudine. Hinc ſequitur,

Primo, objectum regulare irregulari imagine a ſpeculo cylindrico referri; unam enim dimenſionem imago ſervat, altera mutata.

Deinde, objectum irregulare imaginem regularem in ſpeculo cylindrico obtinere poſſe; poteſt enim hæc imago quidquid in latitudine objectum deforme habet amittere. Pro his ſpeculis tabulæ pinguntur, quæ deforme quid tantum exhibent, at in his ſpeculis opportuna poſitione ſitis viſæ imagines exhibent admodum regulares.

974. COROLLARIUM VI. *In ſpeculo conico imagines ordine, & poſitione plurimum ab objecto diverſa apparere debent* (*Fig.* 60).

EXPLICATIO. Sit V K Z ſpeculum conicum baſi horizontali inſiſtens: A M N R tabula, quæ undequaque a ſpeculo conico referri poteſt; O oculus undequaque ſpeculi conici ſuperficiem reflectentem videns.

I. Spe-

I. Speculum conicum in altitudine V X, & Z V conſideratum ſpeculo plano horizonti inclinato æquivalet: objecta ergo horizonti inclinata exhibere debet poſitione magis, minuſve horizonti inclinata (954).

II. Speculum conicum in latitudine conſideratum eſt congeries zonarum circularium a baſi ad verticem decreſcentium: ita conſideratum æquivalet infinitis ſpeculis convexis diametro decreſcentibus. Hoc ergo ſpeculum verticale ſuppoſitum objectorum horizonti perpendicularium latitudinem imminuet (969) altitudine non immutata, quam dumtaxat ad horizontem inclinabit.

III. Oculus O videt objectum A per radium A ſ O, & objectum C per radium C t O. Ergo objectum A a ſpeculo valde diſtans videbitur in *a* prope centrum ſpeculi; dum objectum C ſpeculo proximum videbitur in *c* valde procul a centro ſpeculi. Pari modo objectum M videbitur in *m*, & objectum R in *r* ſemper in ſpeculi baſi, aut baſim verſus.

Omnia itaque hæc objecta in ſpeculo conico videbuntur poſitione a ſua ipſorum admodum diverſa. Quare in ſpeculo conico, ut in cylindrico, (973), objectum regulare imaginem admodum irregularem obtinebit, objectum vero admodum irregulare regulari imagine exhiberi poterit.

Specula cauſtica.

975. DEFINITIO. *Specula cauſtica* dicuntur, quæ ſolis radios in unum colligentia corpora in eorum foco ſita incendunt.

I. *Specula alia cauſtica ſunt refractione*: paſſim ſunt hæc vitra convexa, & perpolita. De his articulo ſequenti.

II. *Specula alia cauſtica ſunt reflexione*: paſſim metallica ſunt, concava, & ſuperficie perpolita, qua radios ſolares in focum colligunt. De his tantummodo ſermo.

Zonara, Tzetzes, Galenus, aliique hiſtorici complures a Tzetze memorati narrant, Marcello Syracuſas obſidente Romanam claſſem ab Archimede non ſemel incenſam fuiſſe ſpeculis cauſticis a ſe inventis. Narrat quoque Zonara, a Proclo eodem artificio in Byzantina obſidione Vitelliani claſſem incenſam fuiſſe. Si vera hæc ſunt, Archimedes, & Proclus ſpecula uſurparunt illi ſimilia, de quo mox agemus, pluribus ſcilicet ſpeculis compoſita, & focum mobilem habentia. Certum eſt enim, ſpecula ſimplicia, cujuſcumque ſint figuræ, & magnitudinis focum ad certam diſtantiam habere, citra, aut ultra quem non comburunt (965); ridiculum vero eſſet dicere, plures naves ſucceſſive ſeſe ad hunc focum ſtatuiſſe, ut incenderentur.

976. EXPERIMENTUM. Homines duodecim, aut quindecim, aut viginti in arcum diſpoſiti radios ſolis ſpeculis planis vitreis, aut metallicis excipiant diametro trium, aut quatuor pollicum; & operam dent, ut hi ſolis radii in thermometri phialam duodecim, aut quindecim pedes diſtantis a ſpeculis reflectantur.

EFFECTUS. Brevi thermometri liquor aſcendet multo ſupra terminum, quem ante repercuſſos ſolis radios ſervabat.

EXPLICATIO. I. *Singula ſpecula plana ſolis imaginem excipiunt*, ſeu quandam radiorum quantitatem, quam in thermometrum reflectunt. At quum ſinguli radii proprium ignem habeant, jam plures ſolis imagines ſimul collectæ, & in thermometrum reflexæ illi caloris gradum communicare debent omnium radiorum illud afficientium ſummæ proportionalem.

II. Quum ſol nobis appareat ſub angulo forme minutorum 32, *radii* ab aſtri hujus limbo venientes, & *in idem ſpeculi plani punctum incidentes in reflexione aliquantum divergunt*, inſtar coni, cujus vertex in puncto reflectente ſit (947); quare ſolis imago reflexa major eſt

ſpe-

ſpeculo reflectente, magiſque augetur, quo magis a ſpeculo recedit. Cenſet Fayus ſolis imaginem a ſpeculo plano pedem quadratum lato ad 600 pedes reflexam ſpeculo decies majorem eſſe.

III. Etſi lux ſolis a ſpeculo plano reflexa languidior fieri debeat tum ex ſpeculi vitiis, quod nunquam radios omnes incidentes reflectit, tum radiorum reflexorum divaricatione; ejuſdem tamen Fayi experimentis conſtat, decimam radiorum partem a ſpeculo plano diametro unius pedis ad 600 pedes reflexorum adhuc comburere potuiſſe, quum lente in focum colligerentur. Quare lux ſolis a ſpeculo plano reflexa minus fortaſſe, quam putatur, langueſcit.

IV. Si magna lente vitrea magna radiorum ſolarium copia in focum colligatur (*Fig.* 47); radii hi calorem eo magis augent, quo denſiores evadunt; & *caloris augmentum in majori ratione creſcere deprehendemus, quam radiorum denſitatem*. Sit enim radiorum denſitas in $A = 1$, in $B = 4$, in $F = 9$; jam ſi calor in F ponatur $= 9$, minor erit, quam 4 in B; multo, ac multo minor, quam 1 in A.

Hinc ſequitur, ignem hunc ſolarem, quocumque tandem modo id contingat, eo vehementiorem fieri, quo magis in unum colligitur; atque hoc caloris augmentum fieri & juxta quandam *denſitatis proportionem* in radiis, & juxta aliam *propinquitatis proportionem* in iiſdem radiis; ſive quod radii quo propius invicem accedant, magis etiam affinitate ſeſe mutuo attrahant, unde intime fermenteſcant, & vires augeant; ſive (& veroſimilius) quod actio radiorum jam aucta in ratione denſitatis partibus igneis communicata inter corporum interſtitia latentibus eas excitet ad incendium, quod radiorum actioni conjunctum mirum in modum eorum vires augeat.

V. Facile hinc intelliges, *qua ratione plures*

ſolis imagines ſupra idem thermometrum collecta magnum ibi caloris augmentum parere debeant; & magis magiſque ſupra idem objectum multiplicatis hiſce imaginibus qua ratione incendium excitari poſſit, & corpus comburi.

977. PROBLEMA. *Pluribus ſpeculis planis ſpeculum cauſticum conſtruere corpora ad diverſas diſtantias comburens.*

SOLUTIO. I. In ingenti cratere ſphærico concavo plurima parva ſpecula plana vitrea, aut metallica diſponantur ita, ut crateris axe ad centrum ſolis directo, omnia hæc ſpecula in idem punctum ad pedes 150 ſolis imaginem reflectant. Experimento ſupra relato conſtat, hujuſmodi ſpeculum ducentis, aut trecentis ſpeculis planis conſtans maximum caloris gradum producturum quo omnes hæ ſolis imagines concurrunt igniferæ, quarum vis creſcit in ratione denſitatis, & proximitatis radiorum.

II. Crater ſphæricus partibus mobilibus conſtructus arte invicem connexis, quibus ſpecula illa plana adnexa ſunt, ita elaboratus ſit, ut ope cochleæ modo magis, modo minus curvetur, figura ſphærica ad ſenſum ſemper ſervata: jam crater hic fiet ſpeculum concavum variabili curvatura, cujus focus pro libito modo magis, modo minus diſtabit (964). Erit hoc ſpeculum, cujus conſtructio petitur.

Speculum hoc cauſticum optimo ſucceſſu poſtremis hiſce temporibus, curante Buffonio, conſtructum fuit. Hoc ad pedes 200 lignum comburit: ad 150 ſtamnum, ad 140 plumbum liquat. Quod in hoc ſpeculo mirum invenitur eſt, ejus focum ad diverſas diſtantias deferri poſſe; quum ſpecula omnia, quibus conſtat, mobilia ſint, & diverſos inclinationis gradus ſubire poſſint; quare eodem inſtrumento illico ſpeculum ſit magis, minuſve concavum, quo ad diverſas diſtantias corpora ſuccendentur. Narrat hiſtoria ab Archimede, & Proclo ſpeculo catoptri-

trico claſſes incenſas fuiſſe. Si rei veritas dubia eſt, modo veram eſſe potuiſſe certum eſt.

Speculum metallicum, ſphærico concavum, quod ſolis radios in focum colligens corpora inflammabilia comburit, vel maxime refractaria liquat, & in calcem redigit, conſiderari debet tamquam planorum ſpeculorum infinite parvorum collectio, quæ omnia invicem inclinata, & ad idem curvaturæ centrum directa ſint; unde illis focus eſt communis: atque hoc eſt ſpeculi Buffoniani compendium. Geometræ circuli peripheriam conſiderant tamquam polygonum infinitorum laterum: pari modo crater ſphæricus conſiderari poteſt tamquam infinitorum planorum collectio regulariter invicem inclinatorum. Totum artificium in eo ſitum eſt, ut is tribuatur ſuperficiei concavæ curvaturæ gradus, eaque politura, qua pyramis quævis lucida in ſuperficiei hujus punctum incidens, a ſuo minimo plano ad unicum punctum reflectatur, in quod radii omnes colligantur activitate eorum denſitati ſimul, & proximitati proportionali.

Vallium calor, montium frigus.

978. APPLICATIO. Quoniam ſolis radii a ſpeculis planis reflexi facultatem calefaciendi non amittunt, calor in omnibus locis hujuſmodi reflexionibus obnoxiis augeri debet. Eſt hoc noſtræ theoriæ corollarium. Ut hoc calori augmentum habeatur, corpora ſpeculorum inſtars polita non requiruntur. Paries, rupes, corpus quodvis ſolidum ſoli obverſum ſpeculi reflectentis vices gerit pro locis radiorum reflexioni expoſitis: tunc loca hæc ſe habent inſtar thermometri experimenti præcedentis. Hinc major calor in vallibus rupium ſerie obſitis, quam in aperta planitie; major in urbe, in qua a tectis, & domibus innumeras radii ſolis reflexio-

nes

nes ſubeunt, quam in domo ſolitaria in aperto campo conſtructa.

Maxime probabile eſt, aere frigus, quod perpetuo in ſummis montibus perſentitur vel ipſa fervente æſtate ab exiguis radiorum ſolarium reflexionibus oriri, ſive ex proximorum corporum defectu, quæ radios illuc remittere nequeant; ſive præcipue ex athmoſphæræ defectu, quæ ibi admodum rarefacta parum apta eſt radios a tellure reflexos iterum in illam reflectere.

Generatim montium cacumina ſunt inſtar ſpeculi convexi, quod radios non colligit, ſed diſpergit; valles ſunt inſtar ſpeculi concavi, quod radios in unum colligit. Aer in vallibus multo denſior, quam in ſummis montibus undequaque ad terram radios ab ipſa reflexos remittit, qui in plurimos focos iterum coeunt; dum radii a montium verticibus reflexi libere per aerem rarefactum abeunt non redituri.

§. III.

CAUSA REFLEXIONIS.

979. OBSERVATIO. Lucis reflexio a corporum elaſticorum reflexione effectu non differt: utrobique angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis eſt. At vero eadem ne utrobique reflexionis cauſa eſt? Magna lis inter philoſophos.

I. Certum eſt, globum eburneum in planum ſolidum, & immobile incidentem ſua elaſticitate reflecti, atque elaſticitatem hanc ad actionem excitari ex ictu globi in planum, & ex plani *in contactu* reſiſtentia.

II. Certum quoque eſt, lucis globulum in planum immobile, & impenetrabile incurrens ſua elaſticitate reflecti; at vero æque ne certum

tum eſt, hanc lucis elaſticitatem ad actionem excitari ex ictu globuli in planum, & a plani *in contactu* reſiſtentia? Hac in re phyſici in duas oppoſitas ſententias abeunt.

Contendunt alii, lucem a ſpeculo metallico reflexam non reflecti, niſi poſtquam compreſſa fuerit in *ſuo immediato contactu* ſupra ſpeculi ſuperficiem.

Alii cum Neutono contendunt, lucem reflecti antequam ſpeculi ſuperficiem attigerit *facultate* quadam *reflectente* a luce, & a ſpeculo diſtincta; adeoque quum nunquam lucis, & ſpeculi immediatus contactus habeatur, reflexionem lucis ab *immediato contactu* non eſſe repetendam.

PROPOSITIO.

980. *Veroſimile eſt, lucis reflexionem ab immediato corporum contactu haberi; non vero ab indefinibili facultate, qua ante contactum reflectatur.*

DEMONSTRATIO. I. Quum lux materia ſit, & elaſtica (854), quare eadem ratione, qua cetera corpora elaſtica non reflectatur? quare a communi reflexionis lege eximatur? Quare ſuperficiem non attingat, in quam mira velocitate conijcitur? Myſteria ſane, & paradoxa in phyſicam invehenda ſunt, ut hæc ſententia admittatur.

II. Si lux ab ipſo ſpeculo non reflectitur, cur ſpecula vitrea, & metallica tanto ſtudio perpolienda ſunt, ut cujuſvis faſciculi lucis radios ſub eodem angulo reflectant? Quare poſtica vitri ſuperficies æque perpolita mercurii, & ſtamni amalgamate oblinenda eſt, quo radii vitrum permeantes ſiſtantur, & eadem directione reflectantur?

III. Quid ſibi vult *facultas iſta reflectens* a ſpeculo, & a luce diſtincta, ab impulſione, & at-

attractione diverſa, quæ reflexionis lucis aſſeritur cauſa unica, & immediata? Nonne quid inane iſta eſt, gratis excogitatum ad difficultates eludendas, quas non tollit? Quandoquidem

IV. Quæ lucis reflexioni ex immediato contactu lucis, & ſuperficiei reflectentis objici poſſunt, ipſam hanc facultatem reflectentem æque oppugnant, ut mox videbimus (981). Quare & in lucis reflexione communi reflexionis corporum cauſæ ſtandum eſt; nec difficultatum ſpecie ab iſta diſcedendum. Q. E. D.

Objectiones ſolvendæ.

981. OBJECTIO I. Nullum in natura corpus eſt, cujus ſuperficiem perfecte æquare poſſimus: ipſa ſpeculorum politiſſima ſuperficies lucis minimis partibus eſt immanis montium, & vallium congeries, quæ microſcopio detegitur. Si ergo lux ab ipſis corporibus reflecteretur, vel ab ipſis politiſſimis ſpeculis quaquaverſum inæqualiter reflecteretur. Quoniam itaque lux ab his ordinate reflectitur, reflecti debet antequam in ſpeculi aſperitates incurrerit; & *facultas reflectens* aliquid eſſe debet & a luce diſtinctum, quæ ſine cauſa non reflectitur, & a ſpeculo ipſo, quod lucem, ut re ipſa reſilit, reflectere impar eſt.

RESPONSIO. Hebes, aut iniquus eſſet, qui objectionis vim non agnoſceret. Hoc innixi Neutonus, Boſcovichius, aliique inſignes viri *facultatem reflectentem*, quam non admittere audemus, protulerunt. At difficultas etſi valida, non tamen inſolubilis eſt; & hypotheſis illi ſolvendæ excogitata totam ejus ipſa vim perfert.

I. *Objectio non eſt omnino inſolubilis.* Quantumvis enim magnæ ſint lucis particulis comparatæ ſpeculi aſperitates, quæ microſcopio deteguntur; cur magna veriſimilitudine ſupponi nequeat, aſperitates has magna ex parte æquari

ri a tenuibus fluidis ejuſdem cum luce naturæ, ſeu luci valde analogis; quæ ſpeculorum cavitatibus, & interſtitiis incluſa, ſuperficiei inæqualitates æquant, & uniformem paſſim reflexionem efficiunt radiorum in elevatas, & in depreſſas perpolitæ jam hujus ſuperficiei partes incidentium? amalgama poſticum vetat, ne fluida interſtitiis incluſa a poſtica parte fugiant impulſu radiorum incidentium: hæc vero apta contiguitate vitro conjuncta attractionem exercent: quod in aſpera ſuperficie non contingit, in qua nimis laxæ cavitates fluida non ſatis contigua vitro ſtatuunt ad attractionem exercendam.

II. *Hypotheſis facultatis repulſivæ eandem patitur difficultatem, cui ſolvendæ erat excogitata.* Repulſionis enim aſſertores conſentiunt omnes, eam ad quamvis diſtantiam non agere: ſed quandam inter corpus repulſum, & repellens proximitatem requiri, ultra quam repulſionis actio ceſſat. Ponamus terminum hunc eſſe ad milleſimam, vel centies milleſimam lineæ partem a puncto reflectente. Nonne ſpeculum inæqualitatibus aſperum innumera puncta, ſeu exigua plana diverſis inclinationibus luci objiciet? Nonne quodvis ex his planis diverſo modo lucem reflectet pro diverſa ſua poſitione? ejus enim vis repulſiva ſupra ſpeculum ad milleſimam, vel centies milleſimam lineæ partem ubique attollitur: ſpeculum vero ubique prominentibus, & depreſſis partibus aſperum eſt. Ergo in hypotheſi facultatis repulſivæ a luce, & a ſpeculo diſtinctæ lux æque inæqualiter reflecti deberet, ac a ſpeculo reflecteretur: in hac igitur hypotheſi difficultas adhuc omnino viget.

982. OBJECTIO II. Vitrum certe plura habet interſtitia, & vacua, quam materiam; & tamen quælibet ſuperficiei pars radios reflectit: ergo radii a vitro non reflectuntur; ergo a facultate a vitro diſtincta reflectuntur.

RESPONSIO. Nihil intereſt ſi vitrum mul-

to magis interſtitiis abundet, quam materia; modo in his interſtitiis minimis, & innumerabilibus fluidum lateat aptum lucem reflectere, ut in præcedentibus explicavimus.

I. In innumeris, & ad ſenſum rectis vitri interſtitiis materiam ſupponamus luci ſimilem, ſeu veram materiam lucidam ibi ab affinitate cum vitro detentam. Quum ſolis lux in hoc ſpeculum incidet, & a ſolidis vitri partibus, & a materia interſtitiis incluſa reflectetur. Hinc lucis reflexio ab anteriore parte ſpeculi.

II. Quum lucis globuli vitri interſtitiis incluſi a ſolis radiis impelluntur, horum partem reflectunt, partim vero cedunt, & per lineam percuſſionis recedunt; at ab amalgamate detenti elaſticitate ſua extra vitrum reſiliunt ſub angulo illi æquali, ſub quo ſolis radii impellentes inciderunt. Hinc reflexio lucis a poſtica ſpeculi parte.

983. OBJECTIO III. Inter quædam corpora facultatem attractivam admittimus; cur non & inter quædam, ut inter lucem, & vitrum, facultatem repulſivam admittamus? Eſt hæc ipſa hypotheſis facultatis reflectentis in ſpeculorum materia.

RESPONSIO. Ut novum, & ignotum in phyſica principium admittatur, certæ, & invictæ probationes requiruntur. Atqui invictæ rationes, & certa experimenta peculiares inter corpora affinitates, & attractiones comprobant (93); nulla ratio, experimentum nullum vim repulſivam in corporibus probat, quæ a legibus impulſionis, & attractionis non pendeat (137): jure ergo affinitates admittimus, vires repulſivas reijcimus.

984. NOTA. Explicationem a nobis traditam difficultates omnes ſolvere, & ſecurim ad radicem ponere non contendimus. In hoc phyſicæ myſterio oſtendimus, noſtram hypotheſim veroſimiliorem eſſe, non oſtendimus eſſe certam. Tantum quæ de immediata reflexionis lucis cauſa dicuntur lectorem inſtructum voluimus. At

At opportunum eſt animadvertere, leges reflexionis a nobis ſtatutas a nullo de ejus cauſa ſyſtemate pendere. Quæcumque reflexionis lucis cauſa ſit, certum eſt, eam juxta leges a nobis ſtatutas reflecti: hoc tantum ſcire in catoptrica eſt neceſſarium: cauſæ hujus abſtracta inveſtigatio ad metaphyſicampotius ſpectat, quam ad phyſicam: de hac æternum diſputabitur.

ARTICULUS III.

DIOPTRICA.

985. DEFINITIO. *Dioptrica* eſt ſcientia radii refracti: lucem conſiderat ſe inflectentem dum a medio ad medium diverſæ denſitatis oblique tranſit. Ejus jam fundamenta jecimus quum de motu refracto generatim ageremus (408).

Dioptricæ leges a nobis tradendæ omnes experientiæ nituntur: varias hæ lucis inflexiones conſiderant a medio ad aliud tranſeuntis. Ad has inflexiones dignoſcendas ſatis eſt eas graphometro, ſeu ſemicirculo in gradus diviſo metiri. Poteſt ergo unuſquiſque aliorum hac de re obſervationes, quas referemus, propriis obſervationibus confirmare.

Inter media refringentia aerem tantum, aquam, & vitrum conſiderabimus; media hæc enim peculiari modo tum inſtrumenta dioptrica, tum univerſi orbis theoriam a dioptrica pendentem reſpiciunt.

Anguli refractionis.

986. DEFINITIONES. Ad evitandas æquivocationes in re, in qua omnia apte diſtinguere neceſſe eſt (*Fig.* 59).

I. *Angulum incidentiæ* dicemus angulum ACB radio incidente AC, & plano refringente RS TV, quod cubum vitreum, aut aqueum ſupponemus, interceptum.

II. *Angulum refractionis* dicemus MCD radio

dio refracto C D, & plana medii refringentis C V ſuperficie interceptum.

III. *Angulum differentiæ* dicemus D C F directione radiorum incidentis, & refracti interceptum.

IV. *Sinum anguli incidentiæ* dicemus perpendicularem A B ab extremitate arcus anguli incidentiæ in planum refringens demiſſam; *Sinum anguli refractionis* perpendicularem D M ab extremitate arcus anguli refractionis in planum refringens demiſſam. (*Math.* 634)

Phyſici nonnulli ſinum anguli incidentiæ faciunt lineam A H, refractionis lineam D E. Res in idem recidit (990)

PARAGRAPHUS PRIMUS.

LEGES DIOPTRICÆ.

987. LEX I. *SI radius a medio quovis in medium quodvis perpendiculariter incidat, non refringitur.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Cadat radius K H C perpendiculariter in globum vitreum A N D, vel in cubum vitreum R V T S; in tranſitu ab aere ad vitrum nullam refractionem ſubit, nec a recta K H C E divergit.

Nihil enim eſt in novo medio, unde radius a prima ſemita deflectatur (405). Quare radius ab aere in aquam, & hinc in vitrum, aut ab hoc in alia media perpendiculariter incidens a recta non deflectit.

988. LEX II. *Si radius ab aere in aquam, aut in vitrum oblique tranſeat, refringitur ad perpendicularem accedens ad novum medium ductam: in vitro tamen refractio major eſt, quam in aqua.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Radius A C ab aere in cubum

bum vitreum RSTV, aut aqueum oblique incidat. CE ſit perpendicularis ad punctum incidentiæ in novum medium ducta (402). Radius incidens non ſequetur rectam ACF, ſed perget per ACD in C inflexam, & accedet ad perpendicularem CE; at inflexio C major erit, ſi medium refringens vitrum ſit, quam ſi aqua ſit.

I. Vitrum, & aqua (quæcumque rei cauſa ſit) facilius aere a luce penetrantur: ergo radius incidens AC duabus viribus motricibus actus AB, AH minorem in C vim perpendicularem amittere debet, quæ minorem in aqua reſiſtentiam patitur, quam parallelam, quæ majorem reſiſtentiam ab aere perfert. Ergo radius aquam in C attingens magis a vi perpendiculari CE agi debet, quæ minus ab aqua eliditur; minus agi debet a vi parallela, quæ majori proportione ab aere eliditur: ergo radius aquam ingreſſus ex virium reſiduo, quarum una magis altera in medii mutatione eliſa fuit, ad lineam CE accedere debet. (406)

II. Vitrum (quæcumque rei cauſa ſit) facilius, quam aqua a luce permeatur: ergo radius incidens AC minorem motum perpendicularem in vitro amittere debet, quam in aqua. Ergo radius hic refractus magis ad perpendicularem CE in vitro accedere debet, quam in aqua: vis enim parallela CM majori proportione in aqua eliditur, quam in vitro.

989. LEX III. *Si radius oblique ab aqua, aut a vitro in aerem tranſeat, refringitur a perpendiculari recedens ad novum medium ducta; magis tamen ab hac recedit a vitro, quam ab aqua eadem obliquitate erumpens.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Exeat radius DC oblique ex aqua, aut a vitro in aerem. Aerem attingens in C mutabit directionem CA, & a perpendiculari ad aerem ducta CHK recedet. Major tamen erit refractio DCA, in tranſitu a vitro, quam ab aqua in aerem.

Pro-

Propoſitio inverſa præcedentis experientia confirmatur, & iiſdem principiis ordine inverſo ſumptis innititur. Radius refractus CD incurrat in D in ſpeculum planum ſuæ directioni CD perpendiculare: radius hic reflexus in D regredietur per eandem lineam DCA, quam ante incurſum ſequebatur; debet enim radius CD a ſpeculo ſuæ directioni perpendiculari reflexus in ſe redire in medio eodem, in quo nihil ejus directionem immutat DC. Deinde radius hic in C oblique ab aqua ſibi minus reſiſtente in aerem magis reſiſtentem tranſeat; a perpendiculari CH tantundem recedere debet, quantum adveniens ad perpendicularem CE acceſſerat: quantum enim in motu ACD vis parallela CM magis perpendiculari CE eliſa fuerat; tantundem vis parallela CB in oppoſito motu DCA vi perpendiculari CH minus eliditur.

990. LEX IV. *Quo minor eſt angulus incidentiæ, eo major eſt refractio; & reciproce: ſemper tamen ſinus angulorum incidentiæ, & refractionis conſtantem inter ſe rationem dicunt.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Experientia conſtat, ſi radius AC ſucceſſive cadat ab omnibus quadrantis RAK punctis, angulum differentiæ DCF eo majorem eſſe, quo minor eſt angulus incidentiæ ACB; & angulum DCF vix ſenſibilem quum ad angulum rectum accedit, nullum eſſe quum radius in planum refringens RV perpendiculariter per HC incidit (987). De ſinuum ratione AB, DM, obſervationibus Carteſii, Neutoni, Muſchembroekii, Volfii, Nolleti conſtat:

I. Si radius AC ſub quovis angulo *ab aere in aquam* oblique incidat; Sinum AB anguli incidentiæ ACB ſemper eſſe ad ſinum DM anguli refractionis ferme ut 3 ad 4.

Plærique auctores de dioptrica agentes, ajunt ſinum AH anguli incidentiæ ACH eſſe ad ſinum DE anguli refractionis DCE, ut 4 ad 3. Res in idem recidit. (986)

II.

II. Si radius A C ſub quovis angulo *ab aere in vitrum* oblique incidat; ſinum A B anguli incidentiæ eſſe ad ſinum D M anguli refractionis ferme ut 2 ad 3.

Si angulus incidentiæ ſumatur A C H, refractionis angulus erit DCE. Tunc ſinus A H primi erit ad ſinum DE ſecundi ferme ut 3 ad 2.

Obſervationes, & aſſertiones.

991. ASSERTIO I. *Quum radius oblique a medio in medium diverſum incidit, radii incidens, & refractus ſunt in eodem plano medio refringenti perpendiculare.* (*fig.* 62)

EXPLICATIO. Sit planum indefinitum PPP perpendiculare medio refiringenti BM directione A B radii incidentis. Experientia conſtat, radium incidentem A B, & refractum BC ſemper eſſe in plano P P P medio refringenti perpendiculare: ſive medii ſuperficies plana ſit RB V, ſive convexa SBT, ſive concava N BM.

Radius incidens directione plani medio refringenti perpendicularis nihil habet, unde primam directionem mutet. Refractio illum in plano primæ directionis attollere poteſt, aut deprimere, nihil vero præſtat, quo ad plani latera radium detorquere poſſit.

Vires duæ A H, A R radium incidentem A B in aere impellentes, & vires BV, BM illum refractum BC in aqua, aut vitro moventes inæqualiter in tranſitu a medio ad medium infirmari poſſunt. At novum medium vires inæqualiter elidens partem earum tantum elidit, nullam aliam vim in radium exerit, qua extra primæ directionis planum feratur.

Planum medio convexo, aut concavo perpendiculare illud eſt, quod per centrum curvaturæ tranſit: per *m*, ſi medium concavum ſit, per M, ſi convexum.

992. ASSERTIO II. *Quum radius in medium*

ſu-

ſuperficiebus parallelis, & planis oblique incidit emergit ſibi parallelus. (*fig.* 61)

EXPLICATIO. Sit MN cryſtallum ſuperficiebus oppoſitis BS, PP parallelis in aere ſitum. Experientia conſtat, radium incidentem ABF, & emergentem CD eſſe parallelos.

Quantum enim radius incidens AB ad perpendicularem BP accedit, ob minorem vitri reſiſtentiam (988); tantum radius emergens CD a perpendiculari Cp, ob majorem aeris reſiſtentiam, recedit (989). Hinc ſequitur:

I. Vitrum planum ſuperficiebus parallelis radiorum emergentium ordinem non immutare; etſi incidentes, & emergentes refractionem ſubeant, qua extra primam directionem attolluntur, & deprimuntur.

II. Duos radios parallelos AB, RS oblique in planum MN ſuperficiebus parallelis incidentes, in refractione, & in emerſione parallelos perſeverare.

993. ASSERTIO III. *Si radius oblique in planum cadat ſuperficiebus non parallelis, emergenti non eſt amplius parallelus.* (*fig.* 65)

EXPLICATIO. Sit PBMC priſma cryſtallinum cuneo ſimile, in quod radius ABF oblique incidat. Hic in refractione BC ad perpendicularem BP accedet ob minorem vitri reſiſtentiam (988). Dein radius refractus in alia refractione CD a perpendiculari Cp recedet ob majorem aeris reſiſtentiam (989). Radii ergo incidens AB, & emergens CD non erunt paralleli.

I. Si radius ſolaris eſſet omnino homogeneus & partibus conſtans æque refringibilibus, filamenta ſingula hujus radii æqualem refractionem BC in B ſubirent, atque aliam æqualem CD in C.

II. At quum hæc filamenta non æque refringibilia ſint, in refractione invicem ſeparantur; & habetur lucis analyſis, ut ab experientia alibi

libi docuimus (866); & ut exhibet figura 15.

994. ASSERTIO IV. *Quum duo radii paralleli in duas ſuperficies invicem convergentes oblique incidunt, in refractione divergunt.* (*fig.* 65)

EXPLICATIO. Sint duo priſmata cryſtallina BMCP, SMTP, quorum ſuperficies BM, SM in quas incidunt radii paralleli AB, RS, convergant: Radii hi in prima refractione BC, ST fient divergentes: magis adhuc divergent in ſecunda refractione CD, TV, ſi ſuperficies CMT divergens ſit; ut explicavimus. (993)

Superficies convergentes SM, BM *vitrorum concavorum* vices gerunt: radios AB, RS in partem concavam BMS incidentes divaricant.

995. ASSERTIO V. *Quum duo radii paralleli in duas ſuperficies incidunt invicem divergentes, radii in refractione convergunt.* (*fig.* 63)

EXPLICATIO. In hypotheſi, qua radii ab aere in aquam, aut in vitrum incidant, ſit MBXS vitrum, cujus planæ ſuperficies MS, MB in quas incidunt radii paralleli AB, RS, divergant. Radius AB ad perpendicularem BP accedet: radius RS ad perpendicularem SP (988). Invicem ergo accedent in refractione BC, & ST.

In aerem emergens radius BCF a perpendiculari Cp recedet, & ST a perpendiculari Tp (98): fient ergo in hac altera refractione magis adhuc convergentes.

Superficies divergentes MB, MS *vitrorum convexorum* vices gerunt, quæ radios refringendo convergentes efficiunt. Quo magis anguli AMB, RSM acuti ſunt, eo major eſt refractio (990). Unde ſequitur, vitra quo magis convexa ſunt, eo magis radios AB, RS refringere. (*)

995.

(*) *Nihil magis refringunt. Refractio enim deſumitur ab acceſſu ad perpendicularem, aut ab*

Refractionis cauſa.

996. OBSERVATIO. Ex dictis apparet, lucis refractionem eſſe refractioni ceterorum corporum oppoſitam (*fig.* 59); radius enim AC ab aere in aquam incidens directione A C F ad perpendicularem C E accedit; glans plumbea fiſtula exploſa eadem directione ACF a perpendiculari C E recederet, & ſequeretur directionem CG inter CF, & CV, ut alibi diximus (406). Hinc ſequitur, non ſane motus theoriam variam eſſe; ſed media quædam, ut aer eſt, a reliquis corporibus facilius permeabilia, luce ægrius aqua, & vitro permeari: quæcumque rei cauſa ſit.

Fruſtra ſummi phyſici phænomeni cauſam inveſtigarunt: *quare ſcilicet lux facilius aquam, vitrum, cryſtallum nativum, adamantem, aliaque plura corpora ſolida, & liquida, quam aerem permeet.* Quæcumque excogitata fuerunt oſtenderunt tantum, hoc naturæ myſterium detegi non poſſe.

I. Dixerunt alii cum Carteſio, aquam, vitrum adamantem, luci latiores poros, quam aerem, offerre. At nonne hoc eſt principium petere? nonne adhuc quærendum eſt, qua ratione corpora hæc multo, ac multo aere denſiora, exitus luci præbeant faciliores, atque latiores?

II. Alii cum Neutono dixerunt, lucem ab aere in aquam, aut in vitrum tranſeuntem ad perpendicularem C E accedere, quod magis ab aqua, & vitro, quam ab aere attrahatur. At qua-

---

illa receſſu, qui conſtantes ſunt; ſed radii ratione figuræ vitri, quæ diverſam importat perpendicularis poſitionem, magis convergentes fiunt. Interpres.

quare radius A C F magis attrahitur ad C E, quam ad CF, vel CB, vel CV? quare ad hanc perpendicularem CE accedit, quum ad punctum incidentiæ, & contactus G æque attrahatur a parte VCF illum a perpendiculari removere nitente, quam a parte FCE illum ad perpendicularem adducere nitente?

III. Dixerunt phyſici alii, vitrum, adamantem, cryſtallum, aquam minimis lucis particulis poros exhibere directos magis, quam aerem. At, re etiam conceſſa, quæ probari numquam poterit, quare pori iſti vitri, aut aquæ quaquaverſum æque directi, & permeabiles lucem ad unam potius, quam ad aliam partem refringunt? quare per hos radius A C F prima ſua directione CF non pergit? quare potius directione C D, quam CG inflectitur?

IV. Hæc ſunt, quæ magis rationi conſona hac in re excogitata fuerunt. Hinc colliges, magis adhuc latere lucis *vim refringentem*, quam *reflectentem*, de qua ſupra (980). Refractionis ergo phænomena, & conſectaria tantum attendamus; nec in ejus cauſa inveſtiganda oleum, & operam perdamus.

Ex hactenus expoſitis plura phænomena explicantur, quorum præcipua pertractabimus, quæ occurrunt in aqua, in vitris convexis, & concavis, in inſtrumentis dioptricis, in organo viſus, & in telluris athmoſphæra.

§. II.

REFRACTIO IN AQUA.

997. COROLLARIUM I. *Objectum in aqua oblique viſum extra proprium locum, & aquæ ſuperficiei propius videtur.* (*fig.* 67)

EXPLICATIO. In cratere vacuo R N T depona-

ponatur nummus N. Oculus in vx illum non videbit; radii enim a nummo oculum verſus reflexi a vaſis labro R intercipiuntur. Vas aqua repleatur: oculus vx nummum in *n* videbit extra ſuum locum N, & propius ſuperficiei RBT.

I. Vaſe aqua pleno radii N S X ab aqua emergentes refringuntur a perpendiculari SP recedentes (989), & ad oculum vx feruntur: videbit ergo oculus nummum per radios v R S x ad punctum *n*, ad quod radii hi concurrunt. (812)

II. Quum conus lucidus NSX conſtet radiis divergentibus NR, NS, eorum alii aliis magis aquæ, & aeris ſuperficiei planæ RBT ſunt inclinati. Magis ergo inclinati NR majorem refractionem ſubire debent, & magis a perpendiculari SP recedere (990): quare conus N X inæqualiter in S refractus magis inflectetur in NR, quam in NS. Conus truncatus v R S x latior, quam conus truncatus XS, verticem habebit in *n* oculo, & aquæ ſuperficiei propinquiorem: videbit ergo oculus nummum non in vero loco N, ſed ubi non eſt, in *n* propius aquæ ſuperficiei. (912)

Hinc apparet, quare paſſim fallamur ex viſu ſtagni profunditatem æſtimantes, cujus fundus per radios reflexos ex aqua emergentes conſpicitur. Fundus hic propior, quam ſit, ſuperficiei apparet: quamcumque enim poſitionem oculus obtineat vx, quodlibet fundi punctum N ſemper videtur per conum lucidum v R Sx, cujus radii divergentes in emerſione inæqualem refractionem ſubeunt, qua prima eorum divaricatio augetur, & qua in punctum *n* oculo, & aquæ propinquius concurrunt (990): atqui punctum *n* concurſus radiorum Rv, Sx ad oculum pertingentium ipſum eſt, in quo objectum N videtur. (912)

998. COROLLARIUM II. *Objectum in aqua viſum majus, & ſuperficiei propius, quam re ipſa ſit, apparet.* (*fig.* 68)

EX-

EXPLICATIO. In fundo ſtagni aqua pleni FHKG ſit objectum DB. Si aqua auferretur, objectum ab oculo A videretur ſub angulo optico *r* A *f*, vel D A B; quum in aqua videatur ſub majore angulo *d* A *b*. Facile ex expoſitis principiis phænomeni ratio colligitur.

Objecti punctum D videtur per conum lucidum *vm* D *rf*, cujus radii divergentes *m* D *r* in tranſitu ab aqua in aerem refringuntur, & inæqualiter a perpendiculari *m* P recedunt pro varia eorum obliquitate: unde eorum divaricatio augetur, & in *d* concurrerent, ſi irrefracti redirent. Ejuſdem objecti punctum B videtur per conum lucidum *x n* B *fv*, cujus radii parem refractionem ſubeunt in *nf*, & inæqualiter a perpendiculari *n* P recedunt; unde magis divergunt ita, ut in *b* concurrere videbuntur. Ergo objectum DB videtur in *db*, quo concurrunt duo coni lucidi, qui ab ejus extremis ad oculum feruntur. (912)

De ceteris objecti punctis id ipſum dicas. Horum quodlibet conum lucis remittit, qui oculum A non afficit niſi poſtquam inæqualiter in tranſitu ab aqua in aerem refractus fuerit. Ergo objectum DB & majus, & oculo propius videbitur, quam re ipſa ſit: majus quidem, quia ſub majori angulo optico *d* A *b* videtur (917); oculo vero propius, quia coni lucidi inæqualiter refracti propius in oculum incidunt.

999. COROLLARIUM III. *Objectum rectum ex parte aquæ immerſum inflexum apparet.* (*fig.* 67)

EXPLICATIO. Sit virga recta ABCD, cujus pars AB in aere ſit, pars altera BD aquæ immerſa ſit: oculus *mo* virgam hanc inflexam videbit in B directione AB*cd*.

I. Virgæ pars AB extra aquam videtur per radios reflexos *m* A *o*, *m* B *o* nullam refractionem ſubeuntes: in oculo ergo nihil immutata pingetur.

II. Pars BD aquæ immerſa videtur per ra-

dem materia ex parte oppoſita eadem ſphæra imprimatur, ita ut diametri productæ E P H coincidant, habebitur *vitrum utrinque convexum* D C G F.

Vitri concavi centrum eſt ipſum ſphæræ genitricis centrum. Patet horum vitrorum curvaturam, & centri diſtantiam a ſphæræ genitricis magnitudine pendere.

1003. NOTA. Facile ex dictis de ſpeculis catoptricis intelliges, vitri convexi, & concavi ſuperficiem infinitis minimis planis conſtare, quæ ſingula radiis ſphæræ genitricis perpendicularia ſunt, & ad centrum convergentia.

In theoria hujus refractionis potiſſimum curandum eſt, ut *perpendiculares* innoteſcant, ad quas accedere, vel a quibus recedere debet radius in ingreſſu, & exitu refractus. Etſi alibi definitiones *perpendicularium diverſis mediis* tradiderimus (403); non abs re erit eas iterum commemorare, & vitris convexis, & concavis adhibere.

Perpendiculares hiſce vitris.

1004. DEFINITIO I. *Perpendicularis in vitro convexo* eſt radius a puncto incidentiæ ad centrum ductus (*Fig.* 64); radius hic enim *r* C eſt perpendicularis minimo plano *r*, in quo radius incidens R *r* refringitur.

Perpendicularis extra vitrum convexum eſt radius a centro ultra punctum emerſionis productus *r x*; eſt enim perpendicularis exiguo plano *r*, in quo radius *v r* R emergens refringitur.

Definitio hæc materiæ cuivis ſphæricæ, & diaphanæ convenit, puta ſphæræ ex glacie confectæ, oculo, &c. Idem dicas de ſequenti definitione.

1005. DEFINITIO II. *Perpendicularis in vitro concavo* (*Fig.* 69.) eſt radius M *r* ultra punctum incidentiæ *r* in *r* F productus; eſt enim

exiguo plano *r* perpendicularis, in quo radii *Sr* refractio fit.

Perpendicularis extra vitrum concavum eſt idem ſphæræ radius a puncto emerſionis ad centrum ductus; radius enim *r* M eſt exiguo plano *r* perpendicularis, in quo radius emergens *xrS* refringitur.

Patet, fluidum aereum eſſe medium hinc ſphærico-convexum, illinc ſphærico concavum (403).

Radii in hæc vitra incidentes eſſe poſſunt aut paralleli, aut convergentes, aut divergentes; ſingulorum refractiones perpendemus.

§. III.

REFRACTIO IN VITRIS CONVEXIS.

1006. ASSERTIO I. R*adii paralleli in convexam lentis ſuperficiem incidentes axi proximi, & paralleli focum habent in exiguo ſpatio F circa axem ultra centrum ſphæricitatis.* (*Fig.* 70).

EXPLICATIO. Sit A B lens vitrea, cujus ſphæricitatis centrum ſit hinc C, illinc R; & in quam prope axem R C F incidant radii *ab*, *tv*, *nm* ſibi, & axi paralleli. Hi poſt refractionem ad axem concurrent in ſpatiolum F, quod erit eorum focus communis.

Aſſertio experientia confirmata ex tradita refractionis theoria deſcendit.

I. Radius *ab* in mediam lentem incidens per duo convexitatis centra tranſiens eſt medio refringenti perpendicularis: duobus enim ſphæræ radiis congruit: nullam ergo refractionem ſubit (987), & in vitro, & extra vitrum pergit directione axis R C F.

Hic

Hic tamen unicus eſt, qui nullam refractionem ſubeat; unicus enim eſt medio refringenti perpendicularis: quin ſi pluribus conſtet filamentis lucidis, unicum filamentum medium erit vitro convexo perpendiculare, & irrefractum.

II. Radius parallelus *m n* oblique ab aere in vitrum ſibi facilius permeabile ingreſſus ad perpendicularem huic novo medio accedit (988), quæ eſt ſphæricitatis radius *n* C (1004): non ergo primam directionem *m n* ſequetur, ſed in *n* refractus perget in vitro directione *n o*.

Radius *n o* oblique a vitro in aerem ſibi difficilius permeabilem emergens a perpendiculari huic novo medio recedet, quæ eſt *o* P, ſeu radius R *o* productus (1004): radius ergo lucis *m n* refractus in *n*, & iterum in *o* converget ad axem R C F, quem attinget ad punctum F.

III. Eadem ratione radius parallelus *t v* refringetur, & vitrum ingreſſus in *v* ad perpendicularem *v* C accedet: emergens in *r* refringetur, & a perpendiculari *r* P recedens cum axe ad punctum F concurret.

IV. Si radii *t v*, *m n* ab axe æque diſtent, in duo plana incident æque eorum directioni inclinata, & æque refringentur: ad idem ergo axis punctum ultra centrum ſphæricitatis concurrent.

At ſi radii hi ab axe inæqualiter diſtent, in duo plana incidunt eorum directioni inæqualiter inclinata: quum eorum anguli incidentiæ inæquales ſint, etiam refractionis anguli inæquales erunt (990). Non ergo radii ad idem axis punctum concurrent, ſed alterum propius, alterum remotius a centro ſphæricitatis C cum axe concurrent. Hinc focus radiorum parallelorum in lente nunquam punctum eſt, ſed ſpatiolum circulare F.

V. Si duo filamenta radium lucidum *m n* terminantia æqualem refractionem in lente ſubirent ad ingreſſum, & ad exitum, emergenti

perſeverarent parallela, nec ad axem concurrerent. At filamentum ab axe remotius magis propiore refringitur (990): quare ambo convergentia fiunt poſt refractionem *n o* F.

VI. Si radii *m n*, *t v* aliquantum convergerent, eaſdem refractiones ſubirent, & ad axem concurrerent centro propius inter C, & F.

Si aliquantum divergentes eſſent, eaſdem refractiones ſubirent, & ad axem ad punctum concurrerent aliquanto remotius, quam F, a centro ſphæricitatis.

1007. ASSERTIO II. *Si duo radiorum faſciculi aut paralleli, aut parum admodum invicem convergentes, aut divergentes in eandem lentem incidant: quilibet faſciculus ſuum peculiarem focum habebit; & duo faſciculi refracti ad axem accedent* (*Fig.* 71).

EXPLICATIO. Sint duo radiorum faſciculi MN, RN invicem convergentes in lente N refracti. Faſciculus, puta MN, conſtat innumeris filamentis lucidis, quæ in totidem exigua plana ſingula ſingulis inæqualiter inclinata incidunt: debent ergo filamenta ſingula diverſo modo in lente refringi; ſemper tamen ad ſuam perpendicularem accedent, quæ radius eſt a puncto incidentiæ ad centrum C ductus. Totus ergo faſciculus M N ad axem NC accedet; & quodvis ejus filamentum lucidum eo magis ad axem accedet, quo obliquius in planum ſuum refringens incidet (990). Omnia ergo hæc filamenta inæqualiter refracta, & axi inclinata in punctum *m* infra axem coincident, ubi imaginem efformabunt. Pari ratione faſciculus lucidus RN concurret, & imaginem efformabit in *r* ad axem accedens (911, 972).

EX-

EXPERIMENTA.

1008. EXPERIMENTUM I. *In lente A B ſoli parallela radii ſolis t v, a b, m n ad ſenſum paralleli* (947) *fiunt convergentes, & conum r F o efficiunt; poſtquam vero in F commune focum concurrerint, pergunt per v F g, o F p æqualem, & vertice priori oppoſitum conum efficientes*. Quare (*Fig.* 70),

I. Si radii *r* F, *b* F, *o* F a puncto F reflexi in ſe ad lentem A B regrederentur, emergerent paralleli directionibus *n m*, *b a*, *v t*. Eandem enim, oppoſita ratione, refractionem ſubirent.

II. Si in D E lens ſtatuatur lenti A B æqualis, & parallela, & æque a foco F diſtans; radii divergentes F *p*, F *g* poſt refractionem fient paralleli. Debent enim in lente D E omnino refringi, ut radii reflexi F *o*, F *r*, de quibus ſupra, in lente A B refringuntur, a qua poſt duplicem refractionem emergunt paralleli.

III. Si ad focum F, ad quem concurrit totus conus lucis refractæ *r* F *o*, collocetur corpus combuſtibile, hoc radiorum collectorum actione ſuccendetur, aut in calcem redigetur: quivis enim radius igne prægnans eſt, & omnium actio creſcit in ratione denſitatis, & propinquitatis (976. IV.). Hinc *ſpecula cauſtica per refractionem*, quorum vis comburens ignis cujuſque violentiſſimi vim ita ſuperat, ut nullum illis corpus reſiſtat.

IV. Radii paralleli *t v*, *m n*, per lentem convexam fiunt convergentes in refractione *v r*, *n o*, *v r* F, *n o* F; hinc objectum *t m*, a quo veniunt, ſub majori angulo optico T F M videtur, & majus apparet.

1009. EXPERIMENTUM II. *Quum plures radii convergentes in lentem convexam incidunt*. (*Fig.* 72),

I. Si omnes ad ſphæræ centrum C tendant,

non refringuntur; ſunt enim omnes lenti perpendiculares.

II. Si ultra ſphæræ centrum directi ſint, magis in refractione convergent, & concurrent ad *z* inter centrum C, & radiorum parallelorum focum F. Radius enim *d n x* vitrum intrans ad perpendicularem *n* C accedit; adeoque propius cum axe C *x* concurrere debet, quam ſi nullam refractionem ſubiret.

III. Si radiorum directio ſit ad punctum intra lentem, & centrum ſphæræ, in refractione minus convergent, & concurrent ad punctum *o* a lente remotius, & centro propius. Radius enim *p n o* lentem ingreſſus ad perpendicularem *n* C accedit (988).

Hinc vides, radiorum parallelorum faſciculum lente refractorum, & convergentium, ſi per alteram lentem primæ parallelam tranſeat, fieri poſſe magis, minuſque convergentem. Fiet *magis convergens*, ſi directione tendat ultra centrum ſphæricitatis ſecundæ lentis; tunc enim quodvis filamentum ab aere in lentem hanc tranſiens ad perpendicularem novo medio accedit, ad radium ſcilicet a puncto incidentiæ ad centrum ſphæricitatis ductum. Fiet *minus convergens*, ſi directione tendat ad punctum lentem inter, & centrum hic enim pariter filamenta ſingula ad perpendicularem medio refringenti, ad radium nempe a puncto incidentiæ ad centrum ductum, accedunt, ſed ultra punctum, ad quod concurrerent radii omnes a prima lente refracti, & convergentes effecti.

1010. EXPERIMENTUM III. Quum plures radii divergentes in lentem A B incidunt, (*Fig.* 74);

I. Si radii hi divergentes F *m*, F *n* divergere incipiunt in foco F; poſt refractionem *m g*, *n h* erunt paralleli (1007).

II. Si divergere incipiunt ultra focum F; convergent poſt refractionem *m r*, *n r*, qua ad per-

perpendiculares mC, nC accedunt magis, quam ſi a foco radiorum parallelorum procederent, ubi magis divergerent.

III. Si divergere incipiunt intra lentem, & focum F; divergent, ſed minus, quam antea, poſt refractionem mv, mx, qua ad perpendiculares mC, nC accedunt.

IV. *Quo lenti propius duo radii parum divergentes divergere incipiunt, eo minus refringuntur* (*Fig.* 73).

Sint radii duo parum admodum divergentes A M, A N ad varias a lente diſtantias: minus in mn, quam in MN refringentur.

Minima enim lentis plana eo magis radiis A M, A N incidentibus inclinata ſunt, quo magis radii invicem diſtant in MN, quam in mn. Ita hæc refractio creſcere poteſt, ut radios AMF, ANF in idem punctum F poſt refractionem coincidentes efficiat. Tunc radii imaginem efformabunt ad punctum F (972); & objectum ab oculo O in F videbitur (912).

1011. NOTA. Poſtrema duo experimenta plurimas varietates explicant, quas parit eadem lens in eodem objecto pro varia objecti, & oculi a lente diſtantia: ſequentibus corollariis præcipuas explicabimus.

COROLLARIA.

1012. COROLLARIUM I. *Objectum per lentem viſum majus apparet* (*Fig.* 76).

EXPLICATIO. Videatur objectum A B per lentem mn ab oculo D. Si lens non adeſſet objecti extrema A, B viderentur ſub angulo optico vDx, a quo apparens objecti A B magnitudo definitur (917). Sed ob refractionem radiorum in lente, qua ad ſphæricitatis centrum C accedunt, punctum A videtur per radium

dium refractum A *m* D, & punctum B per radium refractum B *n* D. Ergo objectum A B videtur ſub angulo optico *m* D *n* majore quam *v* D *x*. Hic nota:

I. Punctum A, exempli gratia, fieri oculo ſenſibile non per ſimplex filamentum lucidum, ſed per faſciculum radiorum divergentium A*mo*D, qui minus divergentes fiunt ſeſe inæqualiter in lente refringentes, unde omnes ad axem F A X convergunt, at illi magis, qui ab axe remotius in lentem incidunt (990). Conus hic lucidus *a* D *m* verticem *a* habet ultra objectum A B: ergo punctum A re ipſa videtur in *a* (912), remotius, quam re ipſa ſit.

At quum lens radios a puncto A venientes refringens eos majori copia in oculum D colligat, punctum A magis illuminatum apparet, quam oculo nudo inſpectum: hinc punctum A in *a* viſum oculo propius apparet, quam apparere deberet. Si objectum A B uſque in H produceretur, objecti pars H per radium directum, & non refractum H D viſa appareret inter lentem, & imaginem *a b* per lentem viſam.

II. Punctum A ad lentem plures alios radios A R conjicere oculo D inutiles; hi enim poſt duplicem refractionem infra oculum ad M feruntur: radii hi A R M punctum A pingent in oculo in M ſito, non in oculo D: oculo ergo D nulli cenſeri debent.

Patet, cetera omnia objecti A B puncta oculo D ſenſibilia fieri per radios divergentes, qui per lentem tranſeuntes minus divergentes evadunt, & paulo ultra objectum A B concurrunt. Totum ergo objectum A B videbitur in *a b*, remotius, quam re ipſa ſit. At quum quodvis imaginis *a b* punctum ſit valde illuminatum, imago judicabitur lenti, & oculo propius, quam re ipſa ſit; ceteris enim paribus, objectum notum

tum eo propius apparet, quo magis lucet, & ſub majore angulo optico exhibetur (927).

1013. COROLLARIUM II. *Objectum per lentem viſum modo ultra lentem, & rectum apparet, modo citra, & inverſum; & in tranſitu ab uno ad alium ſtatum imaginem aut nullam, aut admodum confuſam exhibet* (*Fig.* 77).

EXPLICATIO. I. Objectum per lentem viſum apparere poteſt extra lentem, & rectum, ut explicavimus (1012); ad hoc tamen debet objectum S intra lentem, & focum F radiorum parallelorum ſtatui. Tunc videbitur in *ſ*, & rectum ab oculo in T, quem conus lucidus S V T afficiet.

II. Si objectum F ſit in foco F radiorum parallelorum, radii omnes ab ipſo in lentem venientes exeunt paralleli, atque ita ad oculum N feruntur. Tunc objectum aut non videtur, aut confuſe tantum videtur ab oculo bene valente: ad viſionem enim hujus oculi debent radii ab objecto ad illum aliquanto divergentes advenire (910, 1040).

III. Si objectum R ſit ultra focum F radiorum parallelorum, radii omnes divergentes a quovis ejus puncto in lentem conjecti in plana incidunt magis ab axe remota, magiſque radiis inclinata, quam ſi a foco F advenirent. At ſi a foco F advenirent, exirent paralleli; quum ergo majorem refractionem ſubeant, quam ſi a foco F procederent, radii divergentes RP fient convergentes P Z X, & concurrent ad punctum X, ubi imaginem efformabunt. Oculus ſanus in Z, aut in X poſitus objectum R non videbit; faſciculus lucidus ſiquidem P Z X non eſt divergens, at ille oculus in A poſitus objectum R videbit in X citra lentem (912).

Objectum intra oculum, & lentem viſum apparet inverſum. Exempli gratia (*Fig.* 79), objectum A B videtur in *b a* inverſum ab oculo in D. Punctum enim A videtur per radium

ge-

refractum A N *a* D ; & punctum B per radium refractum B M *b* D . Radiorum a punctis A, & B venientium tantum A N, & B M in C decuſſati ad oculum D adveniunt divergentes, ut oportet, ad viſionem . Hic jam elucet aliquatenus teleſcopiorum artificium, quibus objectum A B videtur in *b a* ſub majori angulo optico M D N.

1014. COROLLARIUM III. *Objectum unicum per vitrum poligonum inſpectum pluribus in locis videtur* (*Fig.* 75).

EXPLICATIO. Per vitrum polygonum MNK inſpiciatur objectum A: hoc videbitur in *a*, in *b*, in *c* ab oculo in R ſito.

I. Filamenta omnia lucida, quibus conſtat conus A M ad perpendicularem medio refringenti accedunt (988), & minus divergentes ad oculum R adveniunt : videbit oculus ergo objectum A in *a* per conum minus divergentem R M concurrentem in *a* (912).

II. Filamenta omnia coni A N ad perpendicularem accedunt a ſuperficie N in medio refringente ductam ; quum vero alii aliis magis ſint ad ſuperficiem N inclinati, magis obliqui magis ad perpendicularem accedunt (996), & conus refractus N R minus divergens ad oculum R pervenit: videbit ergo hic oculus objectum A in *b* per conum R N coincidentem in *b*.

III. Eadem ratione objectum A videbitur quoque in *c* per conum refractum A K R, cujus baſis eſt in oculo, & vertex in *c*.

§ IV.

§. IV.

REFRACTIO IN VITRIS CONCAVIS.

1015. OBSERVATIO. Dicta de vitris convexis ad concavorum phænomena intelligenda ſufficerent: vitra hæc enim ſtructura, & effectibus ſunt convexis oppoſita. Non tamen peculiaria quædam de concavis vitris dicere abs re erit. Sit itaque vitrum concavum F G H K, in quo præcipua refractionis phænomena perpendemus (*Fig.* 80).

1016. ASSERTIO I. *Radii paralleli ab aere in vitrum concavum ingreſſi, refractione divergentes fiunt.*

EXPLICATIO. Sint tres radii A *a*, *m n*, *v x* ſibi, & axi A B paralleli ab aere in vitrum concavum, & ab hoc in aerem tranſeuntes.

I. Radius A *a* per polos *a*, *b*, & per ſphæricitatis centra A, B tranſiens non refringitur; eſt enim medio refringenti ubique perpendicularis (987).

II. Radius *m n* radio A *a* parallelus ab aere in vitrum oblique tranſiens refringitur in *n* (988); & pergit per *n o* ad perpendicularem *n* K accedens (1005).

Deinde radius *n o* oblique a vitro in aerem tranſiens adhuc refringitur, & pergit per *o p* a perpendiculari *o* B a vitro in aerem ducta recedens (989, 1005).

III. Eadem ratione radius *v x* radio *m n* parallelus refringitur in *x*, & *y*, & pergit per *v x y z*. Radii ergo incidentes paralleli ab aere in vitrum concavum divergent; & a vitro in aerem emergentes magis adhuc divergent.

1017. ASSERTIO II. *Radii convergentes ab*

aere

aere in vitrum concavum incidentes in refractione minus convergentes fiunt; atque hac tanta eſſe poteſt, ut paralleli, imo & divergentes evadant.

EXPLICATIO. Sint radii *rſ*, *mn*, A*a* in incidentia convergentes, qui in vitro concavo refr ngantur (*Fig.* 78).

I. Radii A*a*, *rſ* in B concurrerent, ſi nullam refractionem ſubirent. Radius A*a*, qui pergit per axem A B medio refringenti perpendicularis non refringitur (987). Radius *rſ* medio refringenti obliquus relicta directione *rſ*B vitrum ingreſſus refringitur (988), & ad perpendicularem *ſp* accedit (1005); radius hic ergo pergit directione *ſt*, quæ directioni *ab* parallela eſſe poteſt. Ergo radii convergentes *rſ*, A*a* in refractione fiunt minus convergentes ita ut, & paralleli fieri poſſint.

Radii *ab*, *ſt* a vitro in aerem emergunt: qua via procedant videamus. Quum radius *ab* medio refringenti perpendicularis nullam ſubeat refractionem, radius *ſt* medio aereo ſphærico convexo (1005) obliquus refringetur in *t*, a perpendiculari *t*B recedens; quare perget per *rſtv*, unde a directione A *a* *b* B divergens erit, aut eſſe poterit.

II. Radii *rſ*, *mn* in incidentia convergentes in prima refractione *ſt*, & *no* fient minus convergentes, & minus adhuc in ſecunda *tu*, & *oq*; unde & paralleli, & divergentes fieri poterunt.

1018. ASSERTIO III. *Radii divergentes in vitrum concavum incidentes nullam ſubeunt refractionem, ſi a ſphæricitatis centro veniant; magis divergunt ſi a puncto ultra centrum veniant; minus vero, ſi a puncto citra hoc centrum procedant* (*Fig.* 83).

EXPLICATIO I. Radii CR, & C*v*, qui divergentes veniunt a ſphæricitatis centro C ſunt medio refringenti perpendiculares (1005); nul-

nullam ergo in hoc medio refractionem ſubeunt (987); & in vitro moveri pergunt primis ſuis directionibus C R S, C *v x*. At in emerſione e vitro radius *v x* refringitur directione *v x y* (989) a perpendiculari *x* D recedens (1005): unde in emerſione radii C R S D, C *v x y* magis divergunt.

II. Radii MR, M*n*, qui divergentes veniunt a puncto ultra centrum C, in vitro magis divergunt. Quum enim radius M C R S D ubique mediis refringentibus perpendicularis nullam ſubeat refractionem; radius M*n* medio refringenti obliquus refringetur per *n o* ad perpendicularem *n p* accedens (988). Radius *n o* e vitro emergens aliam ſubit refractionem *o q*, qua a perpendiculari *o* D recedit, & magis adhuc a radio M C R D divergit.

III. Radii *a* R, *a m*, qui divergentes veniunt a puncto inter centrum & vitrum, in vitro fiunt minus divergentes. Quum enim radius *a* RS non refringatur; jam radius *a m* refringi debet (888) ad perpendicularem *m* P accedens (1005), & in vitro directionem ſequi *a m b* minus divergentem, quam *a m r*. Radius *m b* e vitro emergens directionem *m b t* mutat in *b c*, qua a perpendiculari *b* D recedit. (989)

1019. NOTA. Quod de vitris duplicis curvaturæ diximus ſatis oſtendit quid in vitris plano-concavis radii ſubire debeant, tum in concavo-convexis, quæ etiam *meniſci* vocantur, quum eorum ſuperficies ſunt parallelæ. Exempli gratia: (*Fig.* 85)

I. Sit meniſcus A B, cujus duplicis curvaturæ centrum ſit C, in quem incidant radii paralleli C *d*, *m n*. Suppoſito radio C D perpendiculari irrefracto; jam radius *m n* medio refringenti obliquus perget per *n o* ad perpendicularem *n p* accedens (987). Fiet ergo *n o* a radio C *d b* divergens. Deinde *n o* oblique a vitro in aerem tranſiens a perpendiculari *o* P recedet (989)

(989), & directionem *oq* ſequetur; unde ad priorem paralleliſmum ferme redibit. At radii emergentes *oq*, *b*F magis invicem divergunt, quam incidentes *mn*, C*d*.

Oppoſita ratione, ſi duo radii paralleli *qo*, F*b*, in meniſci partem convexam incidant directione axi FC parallela; radii emergentes *n m*, *d*C erunt ferme paralleli, & magis invicem propinqui, quam incidentes. Quare *meniſcus lucem in partem concavam incidentem rareſacit, in convexam incidentem condenſat.*

II. Sit RS vitrum plano-concavum (*fig.* 84) in quod incidant radii *cd*, *mn* ſibi, & axi paralleli. Radius *cd*, quem medio refringenti perpendicularem per axem ſupponemus, non refringetur (987). At radius *mn* medio refringenti obliquus ad perpendicularem *np* refractus accedit directione divergente *mno*. Tum in aerem emergens radius *no* a perpendiculari *o*P recedit (989), & adhuc magis divergit directione *no q*. At minor eſt divaricatio *oq*, quam ſi vitrum eſſet utrinque concavum; radius enim emergens minus eſt medio refringenti inclinatus, quam ſi aer in vitro concavo convexus eſſet. (1005)

1020. COROLLARIUM. *Vitra concava exhibent objecta ultra ſphæricitatis centrum ſita propinquiora, quam nudo oculo viderentur, minora, ac minus clara.*

EXPLICATIO. I. Objectum per vitrum utrinque concavum inſpectum propius apparet, quam oculo nudo inſpectum. Sit enim objectum A per vitrum concavum inſpectum. (*Fig.* 82)

Radii divergentes A*t*, A*v*, a quibus punctum A in oculo D pingitur, ab aere in vitrum tranſeuntes, & a vitro in aerem fiunt magis divergentes (1018): magis ergo divergentes *tx*, *uz* ad oculum D adveniunt; & vitro propius in punctum *a* concurrunt, ubi punctum A videtur. (912)

II. Objectum per vitrum concavum inſpectum mi-

minus lucidum apparet, quam nudo oculo viſum: ſive quod vitrum radiorum partem intercipiat, ſive quod magis divergentes adeoque rariores ad oculum adveniant.

III. Idem objectum minus per vitrum viſum apparet, quam oculo nudo videatur; ſub minori ſiquidem angulo optico videtur. Sit, exempli gratia, objectum A B per vitrum concavum M N ab oculo O viſum. (*Fig.* 81)

Ablato vitro objectum A B videretur ſub angulo optico A O B per radios A *m* O, B *n* O. At interpoſito vitro M N punctum A videtur per radium bis refractum A *v x* O, ſeu per conum cujus vertex eſt in *a*: punctum B videtur per radium bis refractum B *r ſ* O, cujus vertex eſt in *b*; ut ſupra oſtendimus. (n. I.)

Radii hi duo convergentes A *v*, B *r* objecti A B extrema pingentes in oculo O, in vitro concavo minus convergunt (1017); ad paralleliſmum accedunt, & objectum A B pingunt in oculo ſub angulo *x* O *ſ*, vel *a* O *b* minore, quam A O B. Debet ergo objectum minus apparere, quam oculo nudo. (917)

Radii A *m*, B *n* ex duplici refractione minus convergentes (1017) cadunt alter ſupra, alter infra oculum; nihil ergo ad viſionem objecti A B conferunt. (*Fig.* 82, & 81)

IV. Si objectum A, vel A B inter vitrum, & centrum C locaretur; tria modo memorata non contingerent, ſaltem tam diſtincte; tunc enim radiorum refractio eſſet omnino oppoſita; ut ex tertia ſuperiore aſſertione liquet.

§. V.

INSTRUMENTA DIOPTRICA.

I*Mpia magia*, qua dæmonum miniſterio mira patrarentur, inſania fuit, qua ſuperioribus ſæcu-

ſæculis ſuperſtitioſi, atque improbi homines laboraverunt. At *magia artium*, ſive ars ingenioſa mira faciendi, & vulgo ignota phyſicis adjumentis, ingenii opus fuit, & jucundus labor ſæculis eruditis. Dioptrica magiæ huic mirabiliora ſuffecit, qua ſcientia objecta viſibilia aut proxima apparent, aut remotiſſima, qua ubi non ſunt videntur, modo alia forma, modo aliis coloribus, modo multiplicata, modo immanis magnitudinis, modo miræ exilitatis, Quibus artificiis hæc efficiat dioptrica explicare aggredimur.

Microſcopia, (*)

1021. DEFINITIO. *Microſcopia* inſtrumenta ſunt, quibus minima objecta, & oculo inermi inviſibilia, nitide viſibilia fiunt (921). Initio ſæculi proxime ſuperioris hæc inventa fuerunt. A microſcopiis, quibus minima corpora videntur, & a teleſcopiis, quibus remotiſſima objecta oculis ſubijciuntur, phyſica præclariſſimis cognitionibus poſtremis hiſce temporibus ditata fuit. Nos *microſcopium ſimplex*, *compoſitum*, *& ſolare* deſcribemus. Sequens experimentum ad tria microſcopiorum genera rationem habet, at ad ſimplex præcipue.

1022. EXPERIMENTUM. *Si acu lamina metallica, aut charta perforetur; & per foramen objectum oculo omnino proximum conſpiciatur, hoc multo, ac multo majus apparebit, quam ſi oculo nudo conſpiceretur.* (*Fig.* 87)

EXPLICATIO. Sit MN charta, aut lamella metallica acu pertuſa in *v*: FD retina oculi

(*) *ETYMOLOGIA Microſcopium*; *a* μικρος parous, *&* σκοπεω, video. *Inſtrumentum, quo minima objecta videntur.*

li foramini *v* proximi : A B objectum foramini *v* proximum.

I. Si lamella M N auferretur, objectum A B diſtincte non videretur; radii enim divergentes A *v*, B *v* ab omnibus objecti punctis venientes nimis divergunt, ut apte in retinæ puncta *c*, & *e* concurrant; quod tamen ad viſionem diſtinctam eſt neceſſarium.

Quo magis oculus a puncto radiante S recedit, eo minus radii divergentes A S B, C S D, F S G (*Fig.* 32) divergunt; & quo minus radiorum faſciculus divergit, facilius ab oculi refractione ad concurſum adducitur. Jam vero quum oculus P, ablata lamella, ad opportunam diſtantiam ab objecto A B receſſerit, illud diſtincte videbit ſub angulo optico A *v* B. (*Fig.* 87)

II. At inter oculum, & objectum oculo omnino proximum lamella M N interpoſita, oculus a punctis A, & B non jam faſciculum radiorum divergentium habet, qui apta refractione indigeant, ut opportune in retinam concurrant, ſed veluti radium ſimplicem, qui ſemper nitidam, atque diſtinctam oculo impreſſionem facit.

Tunc oculus objectum A B videt per radios A *v*, B *v*, qui tamquam radii ſimplices haberi poſſunt, aut minimi coni, quorum baſis & foramen *v*, minimum divergentes, quos oculus apte refringit, ut exacte in retinam concurrant.

III. Radii ſimplices A *v*, B *v* per foramen *v* tranſeuntes inflectuntur per A *v* D, B *v* F, quam inflexionem ablata lamella M N non ſubirent: quæcumque ſit hujus inflexionis cauſa. Radii ergo A *v*, B *v* ad pupillam P inflexi adveniunt & in retina ad D, & F concurrunt: ergo punctum A videtur in A, & B in *b* ad puncta concurſus radiorum oculum afficientium (912); & objectum A B videtur ſub angulo optico A *v* B. Ergo A B viſum in *a b* majus, quam oculo nudo, apparet. (917)

At quanam cauſa radii A *v* D, B *v* F per mini-

ni-

nimum foramen *v* tranſeuntes infleƈtuntur? an a vi refleƈtente orificii radio proximi, an ab attraƈtione limbi oppoſiti? Res incerta eſt: effeƈtus certus eſt: cauſa, eadem fortaſſe, quæ lucis refraƈtionem parit, ignota eſt. (996)

IV. Hinc ſequitur, facultatem objeƈta amplificandi non ad ſolas lentes vitreas ſpeƈtare; ſed precipue exiguis foraminibus eſſe tribuendam lamellarum metallicarum, quibus lentes in microſcopiis ſaltem ſimplicibus ad partes objeƈti conteguntur, quæ non ſunt microſcopia quatenus objeƈtorum imagines amplificent, ſed quatenus tantum objeƈta majori claritate exhibent. Exempli gratia:

Si loco exigui foraminis ponatur lenticula vitrea *m n* (*Fig.* 86), cuius focus ſit in AB, radii ſimplices A *u d*, B *v f* infleƈtentur, ut antea, lentem ingredientes lamella perforata obteƈtam; & angulus viſivus erit, ut antea *a u b*. At imago *a b* multo clarior erit, quam quum objeƈtum A B per ſimplex foramem videbatur: fiet enim imago in oculo non a ſolis radiis inflexis *a u d*, *b u f*, ſed etiam a lateralibus *m a n*, *m b n*, qui a lente refraƈti emergent paralleli, aut parum admodum divergentes (1010), & ad eadem retinæ punƈta concurrent, ad quæ radii ſimplices *a u d*, *b u f* concurrunt. Hinc lentes objeƈta clariora exhibent, quam ſimplex foramen: at vis amplificandi ex eo eſt, quod earum ope objeƈtum ad minimam diſtantiam diſtinte videri poſſit.

V. Lentis amplificatio proxime hac analogia inveniri poteſt: *magnitudo apparens* objeƈti per lentem viſi eſt ad *apparentem* ejus *magnitudinem* oculo nudo inſpeƈti; ut *diſtantia*, ad quam oculo inermi objeƈtum diſtinƈte videretur, ad *foci* lentis *diſtantiam*. Sit diſtantia foci unius lineæ $=1$, diſtantia objeƈti oculo nudo diſtinƈte viſi oƈto pollicum, ſeu linearum $96=96$: lens 96 vicibus objeƈtum amplificabit. Si foci lentis di-

diſtantia ſit duarum linearum, tantum 48 vicibus amplificabit; ſi vero ſit tantum lineæ dimidiæ, 192 vicibus amplificabit.

VI. Diximus, objectum A B (*Fig.* 86) ferme ad lentis focum *m n* ſtatuendum eſſe. Debet objectum eſſe foco proximum, ſed tamen paulo citra; ut radii admodum divergentes ab objecto profecti a lente emergant paulum divergentes, ſed tamen a paralleliſmo non remoti (1010). Si radiorum faſciculi *a u d*, *b u f*, ad oculum prorſus paralleli advenirent, in oculo refracti concurrerent antequam ad retinam pertingerent nec viſio diſtincta eſſet. (920, VI.)

Microſcopia ſimplicia, & compoſita.

1023. DESCRIPTIO I. *Microſcopium ſimplex* eſt unica lens vitrea *m n* (*Fig.* 86) a duobus minimæ ſphæræ ſegmentis effecta. Hæc ad partes objecti lamella plumbea obtegitur exiguo foramine pertuſa, quale acu fieret. Objectum minimum A B foco proximum, ſed citra, radios in lentem coniicit, qui in foramine inflectuntur, & objectum in oculo pingunt ſub majore angulo optico; ut explicavimus. (1022)

Microſcopium ſimplex minimis duntaxat objectis obſervandis inſervit, quæ oculo proxima ſtatuantur; quare admodum incommodum eſt. Ad majora objecta obſervanda microſcopio compoſito utendum eſt.

1028. DESCRIPTIO II. *Microſcopium compoſitum* tribus paſſim lentibus conſtat inter ſe parallelis C, D, E, & ad opportunas diſtantias ſitis, quas indicabimus. Qua via radii in hoc microſcopio procedant vide in *Fig.* 88.

I. Sit objectum A B paulo ultra lentis C focum, & valde ſive a ſole, ſive ope lentis, aut ſpeculi concavi illuminatum. Quodvis hujus objecti punctum A B erit veluti centrum lucis, a quo recta innumeri radii divergentes procedunt;

ex his eos tantum, qui lentem C ingrediuntur, conſiderabimus.

Primo radii divergentes A*m*, A*n* a puncto A venientes, & ultra lentis C focum divergere incipientes in lente refringuntur, & emergunt paulum convergentes *md*, *ne* (1010): in H concurrerent, niſi aliam refractionem ſubirent.

Deinde radii quoque divergentes B*m*, B*n* a puncto B profecti divergentes ultra lentis C focum in lente refringuntur, & fiunt convergentes *mv*, *nx*: concurrerent in G.

II. Lens D lente C major valde ab hac procul ſtatui debet, ita ut faſciculi divergentes C H, C G valde procul ab ejus centro D in illam incidant, & magnam refractionem ſubeant.

Primo radii convergentes *md*, *ne* a puncto A profecti, & in lente D refracti fiunt magis convergentes (1009), ad axem DO accedunt (1007) & in punctum *a* concurrunt, ubi puncti A imaginem pingunt.

Deinde, & pari ratione radii convergentes *mv*, *nx* a puncto B profecti, & a lente D refracti fiunt magis convergentes & concurrunt in *b*, ubi puncti B imaginem pingunt. Objecti A B imago *ba* eſt inverſa.

III. Lens E paulo minor quam D ita ſtatui debet, ut ejus focus ſit in *f* paulo ultra imaginem *ab*: ut radii divergentes, quibus conſtant faſciculi *br*, *af*, ab illa emergant ferme paralleli, ſed paulum divergentes (1010). Faſciculi *br*, *af* refracti in lente E accedunt ad axem D E O (1007): unde ad oculum O adveniunt, ubi objecti A B imaginem inverſam pingunt ſub angulo optico *r*O*f*, qui multo major eſt illo, ſub quo idem objectum A B oculo inermi videretur.

Imago hæc maxime amplificata eſt quoque maxime illuminata; denſiſſima enim lux ab objecto A B maxime illuminato adveniens magis, magiſque condenſatur in tribus refractionibus, quas ſubit, & quibus ad oculum adducitur.

Mi-

Microſcopium ſolare.

1025. DESCRIPTIO. III. *Microſcopium ſolare* Londino primum Lutetiam miſſum anno 1743, & a Lieberkuin ex Berolinenſi ſcientiarum Academia antea inventum præcipue conſtat ingenti lente, & altera minima parallelis ad opportunam diſtantiam in tubo diſpoſitis, qui ad feneſtram accurate clauſam affigitur. Radiorum in hoc inſtrumento ſemitam deſcribemus, externæ figuræ B A *m n* M N omnibus notæ deſcriptione omiſſa. Sit conclave omnino obſcuratum, in quo feneſtra ſit M N ad meridiem vergens. (*Fig.* 93, 94)

I. Lens C D ad extremum tubum extra feneſtram M N ope ſpeculi plani A S B radios ſolares excipit diametro unius pollicis, vel unius cum dimidio. Radii hi ad ſenſum paralleli (947) & a ſpeculo ſervato paralleliſmo reflexi (944) in lente C D refringuntur, & in conum abeunt, cujus vertex eſt paulo ultra punctum *a* (1008)

II. In intenſa hac luce T *a* non procul a coni vertice ſtatuitur exile vitrum planum E F duobus magnis circulis lentium C D, *m n* parallelum. Huic imponuntur objecta. Exiguum objectum diaphanum, puta, pulex, aut teredo, aut exiguum aliud inſectum *a* vitro E F affixum a luce pervaditur, quæ per ejus interſtitia tranſit, & tranſit in C *a n*, D *a m*.

III. Minima lens *m n*, cujus focus breviſſimus paulo propior eſſe debet, quam focus lentis C D radios C *a*, D *a* admittit, & refringit, qui per objecti *a* interſtitia tranſierunt. Ponamus radiorum faſciculum D *a* per inſecti caput tranſire, C *a* vero per aliud inſecti extremum; & quid juxta refractionis leges continget videamus.

Primo faſciculus D *a* conſtat radiis convergentibus, qui concurrere debent, & divergentes fieri inter objectum *a*, & focum minoris lentis *m n*. Radii ergo D *a m* pervenient diver-

K 2 gen-

gentes ad lentem *m*, in qua refringentur, & fient convergentes *mg* paulo longius, quam diſtet hujus lentis focus (1010). Faſciculus hic D*a*, qui per inſecti caput tranſiit, & ejus imaginem induit, concurret ultra lentem ad punctum G, ubi capitis inſecti imaginem pinget.

Pari modo faſciculus C*a* conſtat radiis convergentibus per infimam inſecti partem tranſeuntibus, qui concurrunt, & divergentes fiunt in foco lentis C D, & divergere incipiunt paulo longius, quam focus diſtet lentis *mn*, ad hanc lentem divergentes adveniunt, in ea refringuntur, fiunt convergentes, & concurrunt in H, ubi infimæ partis inſecti imaginem pingunt.

IV. Ratio cur imago GH mirum in modum amplificata ſit, ſeu cur conus H*mn*G tanto magis divergens ſit, quam conus C*a*D eſt, quia radii omnes conum C*a*D componentes inflectuntur, & divergunt dum tranſeunt per exiguum laminæ plumbeæ foramen, qua ad partes objecti *a* lens obtegitur; ut ſupra explicavimus. (1022)

V. Hoc habet ſingulare hoc microſcopium, quod objectum *a* imaginem ſuam promiſcue pingit in HG, in *rr*, & in *ſſ*. Radii enim convergentes MG, qui per punctum quodvis capitis inſecti tranſierunt, intenſiſſimi, & ferme paralleli poſt refractionem ad ſenſum concurrunt tum in G, tum in *r*, tum in *ſ*. Idem dicas de radiis *n*H, qui infimam objecti partem permearunt.

Ope microſcopii ſolaris (*Fig.* 94) pulex nitidiſſime arietis magnitudine apparet, capillus baculi inſtar, caſei tineæ teſtudinum inſtar diametro duorum, vel trium pollicum. Nihil tamen jucundius viſu, quam ſanguinis circulatio in ranæ meſenterio, aut in piſciculi cauda hoc inſtrumento viſa: tabulam geographicam te videre putares, in qua plures fluvii re ipſa fluerent.

Quum

Quum objectum *a* ita foco lentis CD proximum eſt, ut calore exareſcat, aut cito nimis intereat, ab hoc foco aliquantum removeri poteſt, & lenti CD appropinquari.

Teleſcopia dioptrica.

1026. OBSERVATIO. *Teleſcopia dioptrica* caſu ſane inventa non ante ſæculum decimum ſextum dimidium jam elapſum ortum habuerunt. Eorum auctor ignoratur. Molineux, Galilæus, Keplerus, Hugenius hæc inſtrumenta perfecerunt, quibus aſtronomia plurimum debet.

Teleſcopia, ut modo elaborantur, conſtant duabus, vel quatuor lentibus parallelis, & ad opportunas diſtantias in tubo diſpoſitis; ut explicabimus.

1027. DESCRIPTIO I. *Teleſcopia aſtronomica* duabus lentibus conſtant C, & D, quarum foci ſunt in *b a*. (*Fig.* 96)

Major lens ad extremum tubi ad objectum converſi *objectiva* nuncupatur; minor D ad alterum tubi extremum oculo obverſa *ocularis* dicitur. Semita radiorum in hoc teleſcopio, quod in *o* terminatum ſupponemus, eſt hujuſmodi. (Lentes duæ reliquæ K, L ad aliud teleſcopium ſpectant, de quo infra).

Sit objectum A B ad magnam diſtantiam, puta leucæ, aut dimidiæ, aut ulterius. In hoc teleſcopio C D *o* objectum A B inverſum videbitur ab oculo in *o* ſito.

I. Punctum A ad lentem objectivam C radios mittit paulo divergentes *m* A *n*: ita & punctum B radios mittit paulo divergentes *m* B *n*: radii hi decuſſantur in R priuſquam ad lentem C adveniant.

II. Etſi radii A *m*, A *n* a puncto A re ipſa veniant divergentes, ad ſenſum tamen ſunt paralleli: in triangulo enim *m* A *n*, cujus baſis ad ſummum eſt ſemipollicis, baſis hæc *m n* veluti

nulla eſt lateribus *m* A, *n* A comparata, quæ leucam dimidiam, aut unam, aut plures longa ſunt. Quid inde juxta dioptricæ leges ſequetur?

Primo radii A *m*, A *n* aut paralleli, aut minimum divergentes in lentem objectivam C incidentes refringuntur, fiunt convergentes (1007) & in lentis hujus focum concurrunt in *a*, ubi puncti A imaginem pingunt. Idem contingit, radiis minimum divergentibus B *m*, B *n*, qui concurrunt in *b*, ubi puncti B, a quo veniunt imaginem pingunt. Radiorum horum refractorum falſciculi in R nihil perturbati decuſſantur. (901)

Deinde radii convergentes *na*, *ma* fiunt divergentes ad punctum *a*. Id ipſum contingit radiis convergentibus *nb*, *mb*, qui in puncto *b* divergere incipiunt.

III. Si in D lens collocetur focum habens in F *ba*, radii divergentes *ar*, *bſ* in illa refringentur: emergent paralleli, aut minimum divergentes *ro*, *ſo* (1010); & ad axem lentis accedent, ac decuſſabuntur in *o*.

Si ergo oculus ſit in *o*, punctum A objecti videbitur directione *or* per conum lucidum A. C *aro*, qui parum divergens oculum *o* ingreditur, & propius, quam objectum A concurrit. Pari modo objecti punctum B videbitur per conum BC *bſo*, qui quum parum divergens ad oculum *o* adveniat concurrit paulo propius, quam objectum B.

Objectum AB videbitur inverſum; radii enim a ſuperiore objecti parte advenientes ſuperiorem retinæ partem attingunt: quum objecto oculo inermi inſpecto oppoſitum contingeret. (913)

IV. Hoc artificio objectum AB magis illuminatum, majus, & propinquius apparebit, quam oculo inermi. Apparebit *majus*; videbitur enim ſub majori angulo *roſ*. Apparebit *clarius*; quia ferme omnes radii lentem C ingreſſi in oculum *o* feruntur. Apparebit *propinquius*, quia & magis

gis illuminatum, & ſub majore angulo videbitur (927); & coni lucidi *ro*, *ſo* propius concurrent, quam ſi irrefracti, & directi ab objecto A B advenirent; ſicuti conus O M propius concurrit, quam ſi immediate ab objecto B adveniret.

Teleſcopia duas tantum lentes habentia clarius objectum exhibent, quia lux eo minus langueſcit, quo per pauciores lentes tranſit. Optima hæc ſunt ad corpora cæleſtia obſervanda, quæ nihil intereſt ſi inverſa videantur. At terreſtria objecta malumus aliquanto minus clara videre, quam inverſa; pro his itaque teleſcopia quatuor lentibus inſtructa præferuntur.

1028. DESCRIPTIO II. *Teleſcopia quatuor lentibus conſtantia* a præcedentibus non niſi lentium numero differunt. In his oculus eſt in O. Quum itaque in præcedente teleſcopio imago *b a* oculo *o* ſit inverſa; imago hæc iterum invertenda eſt, antequam ad oculum feratur: hoc ope duarum lentium K, & L obtinetur. (*Fig.*96)

I. Admittat lens K cylindrum lucidum *rov* radiis conſtantem ad ſenſum parallelis: cylindrus hic veniens a punctis A, & *a* concurret in *a* poſt refractionem, qua omnes ejus radii ad axem lentis refringentis convergunt (1007). Pari ratione cylindrus lucidus *ſot* veniens a punctis B, & *b* concurret in *b* poſt refractionem. Inter lentes igitur K, & L nova exurget objecti A B imago, quæ recta erit: hæc ad oculum ducenda eſt.

II. In L ſit tertia lens, cujus focus ſit in *a' bf*. Radii divergentes *a z*, *b x* in ea refringentur; exibunt paralleli, aut parvum admodum divergentes *z* O, *x* O (1010): ad axem lentis accedent; adeoque in O decuſſabuntur. Oculus in O objectum A B videbit ferme, ut illud videt in *o'* per teleſcopium duarum lentium, at rectum; radii enim a ſuperiore objecti parte venientes ad inferiorem retinæ partem pertingunt

ut evenit, quum nullo inſtrumento objecta conſpicimus.

III. Lentes D, K, L peculiari tubo includi debent, qui lenti objectivæ C ad varias diſtantias ſtatui poſſit. Hoc ideo fit, quia radii objecto in lentem C advenientes non ſemper æque divergunt. Quo magis objectum diſtat, eo minus divergunt; & eo magis, quo minus objectum diſtat. Radii divergentes A C in lente objectiva refracti non ergo ſemper ad idem punctum *a* concurrent; ſed propius, objecto A magis diſſito, remotius, objecto A propinquiore. Debet ergo lens D, cujus focus eſſe debet in ipſis punctis *b* F *a*, ad quæ radii a lente objectiva C refracti concurrunt, poſſe huic appropinquari, aut ab ipſa removeri, ut ejus focus in variabilibus punctis inveniatur, ubi modo propius, modo remotius efficitur prima imago *b* F *a*, pro diverſa objecti A B diſtantia.

Diverſa oculorum ſtructura diverſam radiorum *z* O, *x* O, quos admittunt, & refringunt, divaricationem poſtulare poteſt, ut alibi expicabimus. Tres lentes mobiles eum diverſis oculis divaricationis gradum efficiunt, qui in radiis illos afficientibus eſt opportunus. Si enim lens D ad imaginem *b* F *a* accedit, magis convergentes efficit radios *ſ o*, vel *r o*, quos refringit (1010); ſi vero ab imagine *b* F *a* recedat, radios *ſ o*, *r o* poſt refractionem minus divergentes efficit.

IV. Hac ratione oculus O punctum B objecti videt in M, quo concurreret conus lucidus *x* O. Idem dicas de quovis alio objecti A B puncto, quod majus, clarius, propius apparebit, quam oculo inermi.

1029. NOTA I. Non omnia teleſcopia idem ſpatium amplectuntur, nec eadem claritate, & amplificatione objecta exhibent (*Fig.* 96.).

I. Teleſcopii *campus* dicitur ſpatium, quod oculus per teleſcopium videt. Si oculus in *o*, vel

vel in O totum objectum A B videt, & nihil ultra, ſpatium A B erit campus teleſcopii.

Teleſcopia primum inventa conſtabant lente objectiva convexa, & oculari concava, quæ in *d d* ſita parallelos ad ſenſum efficiebat radios convergentes C *b*, C *a*, eoſque parallelos, aut minimum divergentes ad oculum adducebat. Obſoleverunt hæc teleſcopia, quod nimis arctum campum haberent.

II. Objecti claritas, ceteris paribus, a lentis objectivæ C magnitudine pendet. Quo major hæc eſt, major eſt radiorum copia, quam ab objecti punctis A, & B admittit; qui in oculum immiſſi, eo clarius objectum, a quo veniunt, pingunt, quo plures ſunt.

Non tamen omnis, quam habere poteſt, lenti objectivæ amplitudo conceditur: lux enim prope lentis extrema tranſiens minus regulariter, quam ad partes medias, refringitur: ibi, ut in priſmate, ſeparatur, & imagines coloratas exhibet, quæ diſtinctæ viſioni officiunt.

III. Apparens objectorum hiſce teleſcopiis viſorum magnitudo a ratione pendet, quam inter ſe dicunt foci lentium objectivæ, & ocularis. Quo longior eſt objectivæ focus, & ocularis minor, eo magis teleſcopium amplificat. Hæc pro objectorum diametris regula admitti poteſt: magnitudo apparens in teleſcopio eſt ad magnitudinem oculo nudo, ut focus lentis objectivæ ad focum ocularis. Habeat lens objectiva focum tricies oculari longiorem: objecti diameter teleſcopio inſpecta tricies major, quam oculo inermi apparebit. Quare objecti ſuperficies apparebit noningenties major; ſuperficies enim ſimiles ſunt ut quadrata diametrorum (*Mat.* 496).

Hinc apparet, poſſe objecta per teleſcopia quantumlibet amplificari: at quum quo magis amplificatur objectum, eo minus etiam clare videatur; apta inter lentes proportio ſervanda eſt.

Teleſcopii longitudo ab objectivæ lentis foco deſumitur. Quare teleſcopium, cujus lens objectiva C focum habeat in *b a* ad diſtantiam ſex pedum, eſt ſex pedes longum, atque ita de reliquis.

1030. NOTA II. Teleſcopia ſive duarum, ſive quatuor lentium longa admodum eſſe debent, ut admodum amplificent; quare incommoda ſunt. Præterea imagines, quas ad quemdam uſque gradum amplificant, neque nitidæ, neque diſtinctæ ſunt; ſive lentes ſphæricæ, ſive ellipticæ, aut hyperbolicæ uſurpentur. Docuit quoque experientia, figuram ſphæricam in lentibus, penſatis penſandis, cuivis alii figuræ eſſe anteferendam.

In imaginibus admodum amplificatis radii refracti non apte concurrunt ad optatam claritatem, & diſtinctionem exhibendam; quia quum *inæqualiter refrangibiles ſint*, alii magis, alii minus in quovis vitro refringuntur; ſicuti Neutonus obſervavit, & oſtendit.

Teleſcopiorum dioptricorum vitiis, & incommodis occurrendi deſiderium effecit, ut teleſcopia catoptrica excogitarentur. Hæc a Neutono, & a Gregorio Aberdeenſi inventa fuerunt. Quum teleſcopium Gregorianum commodius ſit, & uſitatius, illud deſcribemus.

Teleſcopia catoptrica.

1031. EXPERIMENTUM. Sit ſpeculum concavum M R N, cujus focus radiorum ad ſenſum parallelorum ſit in *b a*, & cujus axis R S dirigatur ad objectum valde diſtans A B. (*Fig.* 92)

Primo faſciculus radiorum ad ſenſum parallelorum *m* A *n* procedens a puncto A reflectitur, & concurrit infra axem in *a*, ubi poſt pictam imaginem puncti ſuperioris A ſit divergens.

Deinde alter radiorum ad ſenſum parallelorum faſciculus *v* B *x* procedens a puncto B refle-

flectitur, & concurrit ſupra axem in *b*: ubi poſt deſcriptam imaginem puncti inferioris B fit divergens. Radii hi decuſſantur in D nihil perturbati (901), antequam ad ſpeculum, a quo reflectuntur, adveniant. Conſtant hi faſciculi radiis minimum divergentibus, ſeu ad ſenſum parallelis, ut de teleſcopiis agentes ſupra explicavimus (1027, II.). Poſt reflexionem ergo radii utriuſque faſciculi concurrunt ferme ad focum radiorum parallelorum in *ba*.

Tandem ſi in *vr* eſſet aliud ſpeculum concavum aptum radios hos reflectere ad punctum R; oculus in R totam lucem admitteret in ſpeculum M N incidentem, & luce intenſiſſima objectum A B videret. Hæc eſt radiorum ſemita in teleſcopio catoptrico: eam hoc inſtrumentum deſcribentes fuſius explicabimus. (*Fig.* 90, & 91).

1032. DESCRIPTIO. In amplo tubo DDDD eſt ingens ſpeculum concavum metallicum G H in medio perforatum. Ad aliam tubi extremitatem eſt parvum ſpeculum metallicum I K magis altero concavum affixum brachio mobili K D, quod in capſula D promoveri, & retrahi poteſt. Specula ſunt parallela; & minus ſpeculum I K paulo excedit amplitudine foramen L *l* majoris G H. Huic foramini adjacet minor tubus, in quo ſunt lentes duæ, altera plano convexa L *l*, altera utrinque convexa M *m*. Tubus hic ad oculum exiguo foramine rotundo O terminatur. In inſtrumento hoc catadioptrico radii ita procedunt.

I. Suppoſito objecto A B admodum diſſito, radii ab ipſo in totum ſpeculum G H venientes minimum divergunt, & concurrunt prope focum radiorum parallelorum in *ba*, ubi objecti A B imaginem pingunt; ſicuti explicavimus (1031).

Exhibeat faſciculus A G *a* radios omnes ab objecti puncto A venientes, & faſciculus B H *b*

radios omnes venientes ab objecti puncto B: radii hi fient divergentes poſt concurſum ad axem in *a b*; & ultra focum pergent divergentes per *a* I, *b* K.

II. Ultra imaginem, & puncta divaricationis *b a* ſit exiguum ſpeculum concavum I K, cujus focus ſit in *n* paulo ultra imaginem, & puncta *a b*. Si ſpeculum hoc I K focum haberet prorſus in *a b*, reflecteret parallelos radios divergentes *a* I, *b* K; at quum punctum divaricationis horum radiorum ſit ultra focum ſpeculi I K, radii *a* I *c*, *b* K *d* reflectuntur paulum convergentes (964, III.).

III. Radiorum convergentium faſciculus I *c* procedens a puncto *a*, & a minore ſpeculo reflexus concurreret, & imaginem pingeret extra teleſcopium multo ultra punctum O, ſi nullam in tubo oculum verſus refractionem ſubiret; idemque alteri radiorum convergentium faſciculo K *d* contingeret. At ad inſtrumentum brevius reddendum radii hi I *c*, K *d* excipiuntur minori tubo ad majoris ſpeculi G H foramen, ubi in lentem planoconvexam incurrentes magis convergentes fiunt, & in *c d* concurrunt (1009). Ibi, picta imagine, fiunt divergentes, & incurrunt in lentem M *m*, a qua refracti pergunt paralleli, aut minimum divergentes in oculum O.

Hac ratione oculus O videt objectum A B ad extremitatem conorum lucidorum O *n*, O *p*, ferme ut in teleſcopiis dioptricis fieri diximus 1028).

Lux in totam magni ſpeculi G H ſuperficiem incidens in parvum ſpeculum I K reflectitur, a quo ad oculum O tranſmittitur. Oculus ergo a quovis objecti puncto ope teleſcopii lucis quantitatem excipit, quæ eſt ad eam, quam oculo inermi ab objecto exciperet ferme ut ſuperficies magni ſpeculi G H ad pupillæ magnitudinem: hinc magna horum teleſcopiorum claritas, quum ſpe-

ſpecula perfecte elaborata ſunt ad objectorum lucem reflectendam.

IV. Quum radii ab objectorum terreſtrium puncto quovis ad magnum ſpeculum veniant aliquanto divergentes, & eo magis, quo objectum minus diſtat; ſpeculum G H hos radios reflectens non ſemper eos colligit ad eandem diſtantiam *a b*, ſed modo paulo propius, modo paulo remotius pro objecti diſtantia; propterea minus ſpeculum I K mobile eſſe debet, ut ab imagine mobili *a b* ad opportunam diſtantiam ſtatuatur. Quum objectum valde diſtat, imago *a b* ſpeculo propinquior eſt; quum objectum propius eſt, imago *a b* a ſpeculo magis diſtat: debet ergo ibi minus ſpeculum majori appropinquari, hic ab illo removeri, ut apta convergentia radios *a* I, *b* K in *c d* reflectat.

V. Objectum hoc teleſcopio viſum majus apparet, clarius, propius, quam oculo nudo, eiſdem rationibus quas de teleſcopiis dioptricis agentes expoſuimus (1007, IV.).

Cubiculum obſcurum.

1077. DESCRIPTIO. Sit C H G cubiculum bene clauſum, in quo ſit tantum foramen in D diametro pollicis unius, aut dimidii (*Fig.* 98): objectum A B luce diurna valde illuminatum pingetur inſtar umbræ in oppoſito pariete R S radiis parum divergentibus A D *a*, B D *b*.

EXPLICATIO. I. Imago hæc eſt inverſa; radii enim a ſuperiore objecti parte reflexi inferiorem imaginis partem pingunt; radii ab inferiore objecti parte reflexi ſuperiorem (*Fig.* 98).

II. Imago hæc inſtar umbræ apparet, præſertim ſi ſol ſit ad partes objecti A B; radii quippe ab objecto reflexi languidiores ſunt directis, qui quoque ad parietem R S adveniunt.

III. Imago hæc evaneſcit, ſi foramen D nimis latum fiat; tunc enim radii collaterales in ſpatium imaginis incidunt, eamque delent.

IV.

IV. Imago hæc aliquantum confuſa eſt; radii enim aliquantum divergentes A *a*, B *b*, a quibus pingitur, non ſatis exacte in idem punctum incidunt.

V. Nitida magis, atque diſtincta fit imago ope lentis convexæ in D poſitæ, cujus focus ſit in *b a*; lens enim radios convergentes efficit, & in unum punctum colligit quemvis radiorum faſciculum A D, B D.

1034. NOTA, Facile hinc explicantur & *cubiculum obſcurum artificiale*, & *polemoſcopia*, quibus vides quin videaris. Fiunt *cubicula obſcura portatilia* variis modis: eorum commune artificium eſt hujuſmodi (*Fig.* 99.).

I. Sit R S T X arca bene clauſa: M N ſpeculum planum ad horizontem inclinatum. V lens mobilis, cujus focus ſit ad arcæ fundum ferme in *a b*. Sit A B objectum extra arcam ad quandam diſtantiam e regione ſpeculi M N.

Radii divergentes A M ab objecti puncto A venientes a ſpeculo plano eadem divaricatione in lentem V reflectuntur, a qua convergentes fiunt, & concurrentes in *a*, ubi puncti A imaginem pingunt. Pari modo radii divergentes BN ab objecti puncto B advenientes a ſpeculo in lentem V reflectuntur, a qua convergentes in *b* concurrunt, & puncti B imaginem pingunt. Oculus in X ad exiguum arcæ foramen videbit objectum A B in *a b*.

II. Si in A B eſſent hoſtium caſtra, & in RS propugnaculum; ſpeculum M N in propugnaculo elevatum pingeret in *a b* omnes hoſtium evolutiones.

III. Opportunum eſt hoc inſtrumentum ad regionem, aut agrum accurate delineandum; præcipua objecta in charta apparerent ſimillima, & accurata magnitudinis, & diſtantiæ proportione in arca, in qua & pictor incluſus eſſet.

IV. Imago horizontalis *a b* ad quamvis poſitionem adduci poteſt ope ſpeculi plani *m n*, quod ra-

radios M *a*, N *b* reflectens eos in R S, exempli gratia, conijciet, ubi eam ipſam imaginem *a b* perpendicularem pingent.

Laterna magica.

1035. DESCRIPTIO. *Laterna magica* a celebri Jeſuita Kirkerio inventa machina eſt, qua puſillæ figuræ in vitro diaphanis coloribus pictæ, iiſdem coloribus amplificatæ in albo ſpatio exhibentur. Machinæ hujus, in qua ignarum vulgus nihil videt niſi puerile, phyſicus omnia dioptricæ myſteria contemplatur, artificium eſt hujuſmodi (*Fig.* 97).

In arca L K S R, in qua duo tantum foramina ſunt, alterum in F ad lampadis fumum emittendum, alterum in O O ad radios in pluribus lentibus refractos tranſmittendos, D eſt ingentis lampadis flamma: R S ſpeculum metallicum concavum, cujus focus eſt in *m*: M N ingens lens vitrea, cujus focus eſt in *n*: objectorum locus *b a*: ſunt autem hæc vitra plana, in quibus puſillæ figuræ pictæ ſunt, quas amplificatas in adverſo pariete machina pingit. GH eſt altera lens, cujus focus ferme eſt in *a b*: L K tertia lens, cujus focus ferme eſt in X, Circa ſpatium X eſt diaphragma circulare, quod radios tantum exire ſinit, qui uniformem refractionem in lente GH ſubierunt. Lentes L K, & G H ſunt mobiles: invicem admoveri, aut removeri poſſunt ad radios L A, K B magis, minuſque convergentes efficiendos, qui in parietem A B magis, minuſve diſtantem concurrunt ad imaginem in eo pingendam.

EXPLICATIO. I. Lens M N radios excipit tum directos a lampade D ſita inter focum *m* ſpeculi R S, & focum *n* ipſius lentis M N, tum reflexos ab ipſo ſpeculo R S. Radii directi D M, D N paulo ultra focum *n* lentis M N divergentes refractione fiunt paulum con-

ver-

vergentes MG, NH, (1010). Deinde radii directi DR, DS divergentes paulo ultra ſpeculi focum *m* a ſpeculo reflectuntur paulum convergentes RM, SN (964, III.) in lentem MN, a qua refracti fiunt adhuc magis convergentes M*g*, N*h* (1009).

II. Objectum diaphanum *ba* & a lampadis luce directa, & a reflexa a ſpeculo valde illuminatum per omnia ſuæ ſuperficiei puncta radiorum faſciculos G*bg*, H*ab* divergentes tranſmittit, qui imaginem punctorum, per quæ tranſeunt, referunt: eo pacto, quo radiorum ſolarium faſciculus ruber exit e vitro rubro, cæruleus a cæruleo, flavus a flavo.

III. Quum lens GH focum habeat in *ab*, radii G*bg* ab hoc foco divergentes in ea refringuntur, & paralleli exeunt GK (1010). Ita & radii divergentes H*ab* in lente HG refracti exeunt paralleli HL.

IV. Lens LK radios excipit parallelos HL, eos refringit, & reddit convergentes LA: pari modo reflectit radios parallelos GH, quos convergentes efficit KB (1007). Si in pariete AB nulla ſit lux præter projectam a lampade D, amplificata in illo apparebunt objecta in vitro *ab* picta. Si in vitro inverſa ſint objecta, in pariete, aut charta AB recta pingentur.

Ut ſpectaculum jucundius ſit, mobilia objecta fiunt, ut vivere videantur: hoc pluribus vitris ſimul adnexis in *ba* obtinetur. In uno immobili picta eſt figuræ pars, quæ immobilis eſſe debet; in aliis mobilibus pinguntur aliæ figuræ partes, quæ agentes exhibendæ ſunt.

V. Idem, & elegantius obtineri poteſt ope radiorum ſolarium, qui per feneſtræ foramen in vitrum pictum *ba* incidant in conclavi omnino obſcurato. Tunc ad ſolis lucem æque diſtribuendam charta oleo terebinthinæ illita ponenda eſt loco lentis MN, quæ, uti & lampas D, & ſpeculum RS, amovenda eſt.

Ra-

Radii ſolares ad ſenſum paralleli refringuntur, dividuntur, & quaquaverſum inflectuntur dum per chartam oleo illitam tranſeunt MN, objectum diaphanum *ab* permeant, unde emergunt divergentes G*bg*, H*ab* fermeea ratione, qua a lampade D, & a ſpeculo R S conijcerentur. Quum ſolis lux multo purior, ac vividior ſit, quam quæ e lampade D emittitur, imagines in A B multo vividiores apparent, quam quæ per lampadem exhibentur.

§. VI.

ORGANUM VISUS.

1036. OBSERVATIO. Oculus, mirus ille globus, in quo natura viſibilis pingitur *teleſcopium dioptricum* eſt, in quo ſumma ſupremi Artificis intelligentia elucet. Conſtat hoc organum *tunicis*, quibus involvitur, *humoribus*, quibus lucem refringat, *nervis*, quibus & figuram mutet, & motus obtineat ſuis muneribus obeundis opportunos.

1037. DESCRIPTIO I. Præcipuæ oculi *tunica* ſunt cornea, choroides, & retina. (*Fig.*89).

I. *Cornea* eſt extimum oculi involucrum, quo totus obtegitur. Sphærica eſt, & opaca, excepta anteriore oculi parte, in qua diaphana eſt, & prominens D P D. Juxta Petitum celebrem medicum, & anatomicum cornea diaphana in adulto eſt ſegmentum ſphæræ diametro linearum ferme ſeptem, cujus chorda eſt linearum ferme quinque, & craſſities $\frac{2}{12}$, vel $\frac{3}{12}$ lineæ.

II. *Choroides* altera oculi tunica eſt, qua quoque totus involvitur, in fœtu albeſcens, nigra, & ſubrubra in adulto. Choroides natura opaca foramen habet circulare *vv*, quod *pupilla* dicitur,

tur, & per quod lux oculum ingreditur. Pars choroidis hoc foramen ambiens *v v*, & variis coloribus diſtincta ſub cornea diaphana *iris* dicitur. Choroides contrahitur, & dilatatur, ut opus eſt, ad pupillæ diametrum augendam, aut minuendam ut modo majorem, modo minorem lucis copiam admittat A P C *a*.

III. *Retina* eſt tertia, & ultima oculi tunica, quem interius totum involuit *r ſ* C. Spatium ferme ſphæricum, quod retina amplectitur, vacuum eſt: retina ſub pupilla diaphana eſt; in fundo oculi nigricans, & innumeris exiguis nervis contexta apparet *r a ſ*.

1038. DESCRIPTIO II. Præcipui oculi *humores*, qui ad aptam radiorum A P refractionem conferunt, ſunt aqueus, cryſtallinus, vitreus (*Fig.* 89).

I. *Humor aqueus* diaphanus eſt, ſeroſus, limpidus, aquæ puræ conſimilis. Inter corneam, & choroidem ſitus eſt, & duabus tenuibus, & diaphanis membranis incluſus. Meniſci figuram habet (1019) hinc convexus, illinc concavus, ut horologiorum vitra.

II. *Humor cryſtallinus* eſt inſtar lentis ſolidæ C quatuor ferme lineas latus, utrinque convexus, ſub humore aqueo, & pupilla ſitus. Cryſtallinus ad viſionem omnino neceſſarius non eſt: ſunt enim, quibus humor hic medicorum manu ablatus fuit, & tamen vident.

III. *Humor vitreus* eſt valde diaphanus, magis aquem viſcidus, minus cryſtallino ſolidus, anterius paulo concavus, ubi cryſtallinus infertus eſt, ut adamas in anulo, poſterius ad oculi fundum convexus. Circa hunc humorem detegitur arcus quidam fibrarum muſcularium, quarum contractione, aut expanſione pupillæ, & retinæ admoveri, aut ab his removeri poteſt.

1039. DESCRIPTIO III. Nervi ſunt funiculi albeſcentes diverſæ diametri, qui contrahi, & expandi poſſunt, motus principia, ſenſus organa, & ſedes. (*Met.* 547). I. O.

I. Oculus ſuos *nervos habet*, *motus principia* quibus ſurſum, deorſum, dextrorſum, & ſiniſtrorſum movetur. Horum ope pupilla contrahitur, & dilatatur; cornea fit magis minuſque convexa: humorum membranæ, cryſtallini præſertim promoventur, aut removentur.

II. Oculus ſuos *nervos habet*, *organa ſenſus*. Horum præcipuus, & peculiari conſideratione dignus eſt nervus opticus, in quo viſio fit. *Nervus opticus* O r ſ a cerebro procedit in plures ramos diviſus; & in fundo oculi in plures funiculos propagatur, quos tamquam ſerica filamenta microſcopium exhibet. Textum hoc villoſum in retina eſt juxta communem ſententiam: eſt in choroide ſub retina diaphana, & achromatica in ſententia Cati, quam Hallerus cum pluribus claris anatomicis valide impugnat, ac reiicit.

Viſionis artificium.

1040. OBSERVATIO. Ut habeatur viſio debent radii ab objecti emiſſi, aut reflexi in oculi fundum concurrentes diſtinctam objecti imaginem in nervo optico pingere; ſive nervus hic in retina, ſive in contigua choroide ſit. Exempli cauſa, (*Fig.* 89) conus lucidus A P conſtans radiis divergentibus in oculi fundum *a* non concurreret, nec ibi imaginem pingeret, ſi radii hi in oculo refractiones non ſubirent, quibus ad commune concurſus punctum adducerentur. Oculi natura, & figura has illis ad viſionem neceſſarias conditiones tribuit; ut modo explicaturi ſumus.

I. Cornea, & humor aqueus facilius, quam aer a luce penetrantur: radii A P, qui oblique ab aere in hæc media tranſeunt, ad perpendicularem proinde accedunt (988), quæ in medio convexo eſt recta a puncto incidentiæ ad centrum curvaturæ ducta (1004). Radii hi diver-

gen-

gentes itaque A P in oculi ingreſſu primam refractionem ſubeunt, qua invicem accedunt, & denſiores pupillam ingrediuntur.

II. Cryſtallinus humor C adhuc facilius aqueo a luce penetratur; ſicuti vitrum minus aqua luci reſiſtit (988): cryſtallinus ergo figura lenticulari lentis inſtar eſt, quæ valde radios A P C refringens, illos magis colligit (1006), unde concurrerent in N antequam ad oculi fundum pervenirent.

III. Humor vitreus ſub cryſtallino jacens medium eſt minus denſum, adeoque difficilius cryſtallino a luce permeabile: radii ergo A P C in novo hoc medio aliam refractionem ſubeunt, qua minus convergentes fiunt, unde prorſus in *a* concurrunt ad fundum oculi. Mirabili hoc machinamento objectum A in imo oculo pingitur, ubi anima objecti imaginem percipit ex tremore a radiis excitato in tenuiſſimis, ac maxime ſenſibilibus nervi optici fibris, quæ ſunt tantum villoſum illud textum, quod in oculi fundo deprehenditur.

IV. Pari modo (*Fig.* 31) a quovis objecti A D B puncto procedunt radiorum divergentium faſciculi (892), quos oculus refringit, convergentes efficit, & ad diverſa in oculi fundo puncta concurrentes. Punctum A a radio refracto A R *a* pingitur in *a*: punctum D a radio refracto D R *d* pingitur in *d*: punctum B a radio refracto BR*b* pingitur in *b*. Idem de quovis ſenſibili objecti puncto dicendum eſt: ſingula in diſtincto retinæ puncto pinguntur a cono lucido, quem ad oculum tranſmittunt, & quem oculus refringit, & in punctum colligit lentis inſtar. Ita objectum quodvis viſibile diſtinctam habet imaginem in fundo oculi, ubi anima eam percipit ex concuſſione a radiis excitata.

V. Hinc intelliges qua ratione plura objecta ſimul diſtincte videantur. Quodvis objectum diverſo loco ſitum neceſſario in diverſis retinæ pun-

punctis imaginem ſuam pingit. Objectum in A tantum in *a* pingi poteſt: aliud in B tantum in *b* pingi poteſt: centum objecta intermedia tantum in centum diverſis intermediis retinæ punctis pingi poſſunt ea proportione inter ſe diſtantibus, quam dicunt anguli, ſub quibus radii ab iis emiſſi ad oculum adveniunt.

Quum objecta hæc ratione aut tenuitatis, aut diſtantiæ, aut claritatis defectus impreſſionem efficiunt nimis languidam, aut imaginem nimis exiguam in oculo pingunt (921), non videntur: non enim ita retinæ fibras concutiunt, ut anima ſentire poſſit.

Oculi myopes, & presbytæ.

1041. OBSERVATIO. Non omnes oculi eandem habent partium magnitudinem, & figuram: hinc varia videndi ratio. Alii corneam habent magis convexam, alii magis depreſſam: hinc inæqualis radiorum refractio, qui eo magis refringuntur, quo medium refringens magis convexum eſt, & quo magis oblique incidunt (990). Humor quoque cryſtallinus in diverſis hominibus diverſam obtinet magnitudinem, & convexitatem, adeoque diverſo modo radios refringit & objecta amplificat; quare eadem objecta non eadem claritate, eademque abſoluta magnitudine ab omnibus hominibus videri debent. In hac oculorum diverſitate tres tantum conſiderabimus myopes ſcilicet, & presbytas, eoſque, qui horum amborum proprietatibus gaudent, & vitiis carent. (*Fig.* 89)

I. *Myopes* clare vident objecta proxima, confuſe remota. Hoc ideo eſt, quia eorum oculus eſt veluti lens admodum convexa, quæ valde radios refringit. Radii *ab objecto valde proximo* advenientes valde divergunt: oculus myops admodum convexus in cornea DPD, vel in humore cryſtallino C radios divergentes AP valde

de refringit, eoſque concurrere facit prorſus ad retinam in *a*: tunc clara, atque diſtincta viſio eſt. Contra radii *ab objecto admodum remoto* venientes parum divergunt (914): oculus myops radios hos valde refringens, eos in N colligit, unde divergentes ad retinam feruntur, nec nitidam impreſſionem faciunt: hinc viſio confuſa.

Myopes, ut objecta remota clare videant, indigent lente concava, quæ radiorum divaricationem augens (1018) antequam ad oculum adveniant, eos ſatis diſtrahit, ut poſt refractionem ad retinam in *a* concurrant.

II *Presbytæ* objecta remota diſtincte vident, proxima confuſe. Eorum enim oculus magis depreſſus eſt inſtar lentis parum convexæ, quæ radios parum refringit. Radii A P a quovis *objecti valde remoti* puncto venientes parum admodum divergunt: oculus presbyta eos parum refringens efficit, ut in ipſum retinæ punctum *a* concurrant: tunc viſio diſtincta eſt. Contra radii ab *objecti proximi* puncto quovis advenientes multo magis divergunt (914): oculus preſbyta eos parum refringens efficeret, ut non niſi in M poſt retinam concurrerent. Adveniunt ergo radii APM ad retinam diſperſi, nec aptam impreſſionem faciunt: quare viſio, quæ ut diſtincta ſit radiorum ad retinam concurſum poſtulat, confuſa eſt.

Presbytæ ad objecta proxima videnda lente convexa indigent, quæ radiorum A P divaricationem imminuens antequam oculum ingrediantur (1010), defectui oculi parum refringentis occurrit, & radios A P ita inflectit, ut in retinæ punctum *a* concurrant poſtquam in oculi humoribus alias refractiones ſubierint.

III. *Oculus optime conformatus* ille eſt, qui prope, & procul clare, & diſtincte videt, aptus ſe in myopem, & presbytam mutare pro varia objecti diſtantia.

Facultas hæc oculi ſe contrahendi, & protra-

trahendi in muſculis præcipue ſita eſt, fibriſque ciliaribus cryſtallinum humorem ambientibus, quæ veroſimiliter illum corneæ admovere, aut ab illa removere poſſunt. Fibræ aut muſculi oculi tunicis, & membranis adnexi, ipſi quoque probabiliter variam illi pro opportunitate convexitatem tribuere valent, ſive corneam D P D magis convexam, & elongatam efficiendo, ſive retinam *r a ſ* magis concavam, magiſque remotam reddendo.

Viſionis phænomena.

1042. OBSERVATIO I. Duos oculos habemus, in quibus *ejuſdem objecti imagines duæ* pinguntur; nec tamen objectum duplex videmus. Quæ magis rationi conſentanea hac ſuper re dicantur, iſta ſunt.

I. Cenſent plærique optici, membranam, in qua imago pingitur, eſſe fibrarum textum ad nervum opticum ſpectantium; & ab utroque oculo fibras has in idem nervi optici O punctum concurrere. Quare quum ambo oculi ad idem objectum diriguntur, radii in utriuſque oculi fibras ſimiles, & analogas incidunt, quæ idem nervi optici punctum afficiunt. Hinc in hoc nervo unica ſenſatio, a qua unica in anima idea gignitur.

At ſi alterutrius oculi poſitio mutetur digiti preſſione, *objectum videtur duplex*; objecti enim imago in utroque oculo pingitur in fibris non analogis, nec ad idem nervi optici punctum pertingentibus; quare duplex habetur in duobus diverſis nervi hujus punctis affectio. Huic duplici affectioni duplex adnexa eſt ſenſatio, unde duplex in anima objecti idea paritur.

II. Cato, aliiſque anatomicis nonnullis hæc explicatio non adridet. Hæc fibrarum analogia, & concurſus ad nervum opticum illis fabulam ſapit, nec inde apte phænomenon explicari arbi-

bitrantur. Cenſent ipſi, duas ſimiles ejuſdem objecti imagines in duobus oculis nullam neque inter ſe, neque per fibras, in quibus pinguntur, conjunctionem habere; ſed animam ipſam experientia, & conſuetudine ductam ex duplici imagine objectum unicum judicare. Quum itaque in utroque oculo imago pingitur loco, poſitione, figura, impreſſione ſimilis, ſentit anima ab eodem unico objecto impreſſionem venire, & unicum objectum ſentit, & videt vividius quidem duplici imagine, quam unica. Novit enim anima, inquiunt auctores hi, objectum unicum illud eſſe, quod unicum, eundemque locum ſuæ ſuperficiei proportionalem occupat; & duplex eſſe illud objectum, quod duplex in duobus diſtinctis locis ſpatium occupat. Sententiam hanc magis præcedente nobis adridere non inficiabimur.

1043. OBSERVATIO II. Certum eſt, nonnullos eſſe qui minutiſſimas literas noctu ad ſtellarum lucem legant. Ferunt quoque fuiſſe, qui obſcuriſſima nocte in conclavi omni luce carente objecta viderent, atque dignoſcerent; quod veritate non opponi putant, ſi verum ſit, ut quoque plærique autumant, feles, noctuas, talpas in denſiſſimis tenebris objecta videre. Qua vero ratione phænomena hæc, poſtremum præſertim, noſtræ theoriæ viſionis concilientur?

EXPLICATIO. I. Nihil rari invenimus in legentibus ad ſtellarum lucem: hi enim magna organi ſenſibilitate id exigua luce efficiunt, quod alii multa (1040). Quum a loco valde illuminato ad obſcurum repente tranſimus nihil ibi initio diſtinguimus; oculus enim antea validis lucis incurſibus agitatus, tenues exiguæ lucis impreſſiones non ſentit. Subinde oculus quieſcit: pupilla magis magiſque dilatatur ad majores lucis conos admittendos. Horum impreſſio tunc tanta eſt, ut illam anima ſentiat (872), & objecta, licet parum illuminata videre poſſit.

Pen-

Pendet ergo claritas viſionis a conditionibus admodum variis; ab organi ſenſibilitate, quæ infinite varia eſſe poteſt: a diverſa papillæ amplitudine, quæ diverſam radiorum copiam admittat: ab organi quiete, aut agitatione, quod quum vehementer agitatur majori impulſu indiget ad animæ attentionem conciliandam: at quieſcens levi etiam agitatione animam monet. Omnia hæc fortaſſe in legente ad ſtellarum lucem inveniuntur.

II. Aliquem nulla in luce videre commentum eſt. Si qua bruta ibi vident, ubi nulla nobis lux eſt, quod neutiquam probatur; dicendum, tantam in iis locis lucem ineſſe, quæ nobis inſenſilis eorum oculos ſatis ad viſionem percellat. At quænam iſta lux eſt, qua feles, exempli gratia, obſcuro loco, & nocte tenebricoſa videre poſſit?

Obſcuro in loco, & atra nocte *vermem lucentem* video, fermentatio quædam ſiquidem ex hoc materiam lucidam ejicit, qua mihi viſibilis fit. Subſtantiæ omnes animales, & vegetabiles hiſce fermentationibus obnoxiæ ſunt, quæ ex illis plura corpuſcula expellunt, quibus igneæ, & lucidæ particulæ admixtæ ſunt. Hæ viſionem nobis parere ineptæ, eam in ſenſibilioribus organis cur excitare non valeant? In hac hypotheſi ſubſtantiæ hæ felibus, brutiſque æque videntibus (ſi res vera eſt) id eſſent, quod nobis vermis lucens. Hac tantum hypotheſi phænomenon explicari poteſt; niſi fabula ſit.

§. VII.

REFRACTIO ASTRONOMICA.

1044. DEFINITIO. R*efractio aſtronomica* ea dicitur, quam aſtrorum lux oblique in terre-

ſtrem athmoſphæram incidens ſubit. Exempli cauſa: (*Fig.* 35)

Sit T tellus: *a t x v* athmoſphæra illam ſtratis concentricis ambiens quindecim, aut ſexdecim leucas alta (743); R Z S *t x a* immenſum ſpatium, quo athmoſphæra ab aſtris ſeparatur. Radius S *t* T ad centrum athmoſphæræ directus adeoque illi perpendicularis non refringitur; (987) at radius S *n* medio refringenti obliquus athmoſphæram intrans refringitur per S *n m* ad perpendicularem *n* T ad punctum *n* a centro ductam accedens. Hæc radii inflexio in *n* eſt ipſa refractio aſtronomica.

I. Athmoſphæra terreſtris eſt medium ad ſenſum ſphæricum facilius a luce penetrabile (quæcumque rei cauſa ſit), quam ſpatium ſupra athmoſphæram: *lux ergo novum medium intrans refractionem ſubire debet illi affinem, quam ab aere in aquam tranſiens ſubit* (988). Radius ergo, exempli gratia, S *n* ad perpendicularem modo deſignatam *n* T accedet.

II. Telluris athmoſphæra non ubique æque denſa eſt: ſtrata terræ proxima ſuperioribus denſiora ſunt: hæc vero per gradus ad extremum uſque magis magiſque rareſcunt (738, IV.). Si rifringens athmoſphæræ vis eſt ubique ejus denſitati proportionalis, quod valde veroſimile eſt; *lucis refractio a ſuperioribus ſtratis ad inferiora ſemper augebitur*. Quare ſuppoſita athmoſphæra in ſtrata concentrica diviſa, radius obliquus R *b* per hæc ſtrata tranſiens deſcribet curvam *b c d m* magis magiſque ad ſucceſſivas perpendiculares *b* T, *c* T, *d* T accedens; & aſtrum R, unde venit radius R *b c d m* videbitur in *r* ab oculo in *m* poſito. (912)

Etſi hæc refractio ex inæquali athmoſphæræ denſitate curvam efficiat *b c d m*, quum tamen parum ſenſibilis hæc curvatura ſit, nos lineam a radio in tota athmoſphæra deſcriptam rectam aſſumimus, ut *n m*.

Ra-

Radiorum refractio in athmoſphæra.

1045. APPLICATIO. (*Fig.* 95). Sit terra T: athmoſphæra *mdnr* : horizon ſenſibilis H*man*K: oculus ſpectatoris *a* in horizonte: ſol S, luna L infra horizontem ſenſibilem.

Etſi terra ad ſenſum ſphærica ſit ; oculo tamen eſt inſtar ſuperficiei planæ, cui curvatura, quæ pro hexapedis 150 eſt trium linearum tantum (*Math.* 534), ſit inſenſibilis. Hac ratione telluris partem, in qua oculus *a* ſitus eſt, tamquam planam exhibemus. Nequit ergo oculus *a* radiis irrefractis (*) in cælo videre niſi objecta, quæ ſupra horizontem H *a k* ſint: radii enim eorum, quæ infra ſunt, a terra impediuntur, ne directe ad oculum veniant.

I. Sol ſub horizonte ſenſibili in S quaquaverſum radios jaculatur in directum; nullus horum tamen directe ad oculum *a* ferri poteſt, tellure interpoſita.

II. Solarium radiorum unus tantum eſt athmoſphæræ perpendicularis, qui nullam refractionem ſubit: ceteri omnes in athmoſphæram incurrentes refringuntur ad perpendicularem accedentes, quæ ubique eſt recta a centro curvaturæ ad punctum incidentiæ ducta. Radiorum refractio, ceteris paribus, eo major eſt, quo magis obliqui in athmoſphæram incidunt, ſeu quo remotius a terræ centro diriguntur. (990)

III. Radius S*n*, qui ſi priſtinam directionem S*nc* in athmoſphæra ſequeretur oculum *a* non attingeret, refringitur in *n*, & inde ad oculum *a* pergens ibi ſolis imaginem pingit. Videbit ergo oculus

(*) *Tantum verticalia objecta videt radiis irrefractis*. Interpres.

culus *a* ſolem per lineam *an* in K, ſupra locum, ubi re ipſa eſt. (912)

IV. Quum ſol ab S in Z trangreſſus in oculi zenith invenietur, in proprio loco videbitur; radius enim Z*a*, quo ſol in oculo *a* pingitur, eſt athmoſphæræ perpendicularis, nec refringitur. Quavis alia in ſtatione ſol extra proprium locum videtur; per radios quippe refractos videtur. Sit enim, exempli cauſa, ZDK portio meridiani: ſol in D in meridiano videbitur in P; in meridiano quidem, ſed extra proprium locum ob radium refractum D*da*, a quo in oculo pingitur directione *ad*P. (912)

V. Eo major refractio eſt, quo aſtrum eſt horizonti propius, eo minor, quo magis ad zenith accedit. Optima rei hujus ratio eſt, quia radius eo majorem athmoſphæræ extenſionem percurrit, & eo magis facultati refringenti ſubeſt, quo aſtrum, a quo venit, eſt horizonti propius. Exempli cauſa, radius S*na* refractionem ſubit in toto ſpatio *na*; radius Z*da* illam ſubit tantum in minore ſpatio *ad*.

VI. Vidimus a refractione ſemper apparentem aſtri locum mutari; & refractionem eo majorem eſſe, quo aſtrum eſt horizonti propius. Quare ſol in S, & in D ſupra verum locum apparebit. Diſtantia inter verum locum S, & apparentem K refractionis quantitatem exprimit: qua proportione refractio ab horizonte, ubi maxima eſt, ad zenith, ubi nulla eſt, decreſcat alibi videbimus. Vi aſtronomicæ refractionis aſtra ſub horizonte ſenſibili H*a*K, puta ſol S, & luna L, in horizonte, aut ſupra ipſum conſpiciuntur in H, & K, ſupra proprium utriuſque locum.

VII. Sol, & luna aut in horizonte, aut paulo ſupra ſiti figura ovali apparent, cujus diameter verticalis horizontali eſt aliquanto minor. Refractio ſiquidem efficit, ut omnes aſtri partes altiores appareant, quam re ipſa ſint; atque hæc

appa-

apparens elevatio eo major eſt, quo pars radians horizonti propior eſt, inferior aſtri pars majorem ſuperiore refractionem ſubit. Inferior ergo objecti pars radiis magis refractis viſa elevatior ſuperiore apparebit, & diameter verticalis brevior videbitur. (*Fig.* 95)

VIII. Suppoſuimus, radiorum refractionem in athmoſphæra, ceteris paribus, eſſe ſtratorum refringentium denſitati proportionalem. Hypotheſis experientiæ conſentanea eſt. Iteratis enim obſervationibus conſtat, lucis refractionem in aere eo majorem fieri, quo aeris denſitas ſive compreſſione, ſive frigore augetur. Quare objecta ſive cæleſtia, ſive terreſtria trans athmoſphæram viſa, etſi ad notas altitudines conſtituta non ſemper æque ſupra verum locum apparere debent: athmoſphæra enim, in qua radii, per quos objectum videtur, refringuntur, a calore, & frigore, ab humida, aut ſicca temperie, & ab innumeris aliis cauſis, quas ſupervacaneum eſt recenſere, innumeris variationibus eſt obnoxia. (1231)

Fatentur celebres geometræ, ſe ſæpius modo majorem, modo minorem eorundem ædificiorum, aut montium altitudinem inveniſſe, quam ſumma diligentia ab eadem diſtantia, iiſdemque inſtrumentis dimenſi erant. Hujus diverſitatis cauſa fuiſſe dicenda ſane videtur diverſa radiarum ab his objectis venientium refractio in athmoſphæra modo magis, modo minus condenſata, & vaporibus gravi.

Crepuſculum.

1046. DEFINITIO. *Crepuſculum* eſt lux illa ſenſim mane ante ſolis ortum creſcens, & ſero poſt ſolis occaſum ſenſim langueſcens ad noctem obſcuram. Lux hæc matutina paſſim *aurora* dicitur, veſpertina *crepuſculum*.

Obſervationibus conſtat, crepuſculi initium,

& finem eſſe quum ſol ferme 18 gradibus infra horizontem eſt: hora nempe, & minutis 12 ante ortum, & poſt occaſum; diuturnius vero eſſe crepuſculum in ſolſtitiis, quam in æquinoctiis: in ſphæra obliqua, in Europa, exempli gratia, quam ad æquatorem in ſphæra recta.

EXPLICATIO. Convertatur ſol infra horizontem a media nocte, ad ortum in parte ſuæ curvæ N B G S. (*Fig.* 95)

I. Sol in N nullum radium ad oculum *a* dirigere poteſt, quum omnes a tellure T intercipiantur. Exempli gratia radius perpendicularis N T in *a* ferri nequit: radius obliquus N *r* in athmoſphæra ad perpendicularem *r* T accedit & terram offendit: radius magis obliquus N*v* quoque refringitur, & pergit per *vc*, qua via ad oculum *a* ferri nequit.

II. Sol ſucceſſive ab N in B tranſit, & a B in G, ferme gradus 18 infra horizontem: illinc quaquaverſum in athmoſphæram radios divergentes conjicit, qui in ea inequaliter refringuntur (867): ex his tantum faſciculum *n* G *e* conſiderabimus, qui tantum ad oculum *a* inflecti poteſt: ex his radiis *n* G *e* magis refrangibiles, magiſque refracti exigua copia ad oculum *a* feruntur per lineam angularem G *n a*, dum minus refracti ſupra oculum pergunt in *e*, aut *d*. Incipit ergo oculus *a* aliquam lucis ſenſationem habere, qua de propinquo ſolis reditu monetur. Radii hi in objecta terreſtria incidunt, a quibus ad oculum *a* reflectuntur, qui objecta ſibi proxima diſcernere incipit.

III. Sole ab G in S procedente lux ſucceſſive ſupra terras augetur; quo magis enim ſol ad horizontem accedit, radii minus refrangibiles, qui in athmoſphæra ſupra horizontem diſpergebantur, ſatis refringuntur, ut cum magis refrangibilibus ad horizontem adveniant; unde terreſtribus objectis major lux affunditur, qua reflectentia magis viſibilia fiunt.

Ra-

IV. Radii ſolis refracti, ſole adhuc paulo nimis infra horizontem poſito, ſatis lucis præbent, ut & objecta terreſtria videantur, & proximus ſolis ortus enuncietur; nondum tamen ſolis imaginem in oculo pingunt: inæqualiter enim refracti, & diſperſi, nondum ea denſitate eoque ordine ad oculum adveniunt, qui ad ſolis imaginem in retina pingendam requiritur: ad hoc enim radii & ſatis denſi advenire debent, & eo ferme ordine, quo a ſole procedunt. (911)

V. Crepuſculum veſpertinum paſſim matutino diuturnius eſt: athmoſphæra enim diuturno calore dilatata, nocturno frigore condenſata veſpere quam mane altior eſt; & refractionis aſtronomicæ diuturnitas eſt altitudini medii refringentis ad ſenſum proportionalis.

VI. Crepuſculum in ſolſtitiis diuturnius eſt, quam in æquinoctiis, ceteris paribus. In ſolſtitiis enim lux magis oblique athmoſphæram traijciens diutius actioni refringenti athmoſphæræ ſubeſt.

Satis hic Divinæ providentiæ beneficentia apparet. Nemo ignorat, oculos noſtros ita gradatim a tenebris ad lucem, & ab hac ad illas tranſeuntes non lædi, dies diuturniores fieri, noſque ita ad ſolis abſentiam, & reditum apte diſponi. Notum quoque eſt, zonarum gelidarum incolas ab hac lucis refractione noctes habere crepuſculo noſtro ſimiles, qua ſolis per menſes quinque, aut ſex abſentia ab iis regionibus reparatur; cujus abſentiæ cauſam alibi explicabimus. (1315)

SECTIO TERTIA.

THEORIA IGNIS;

ſive lucis, & materia ignea analogia.

Duobus modis *ignis* conſiderandus eſt; primo ut *ſubſtantia ſimplex*, & primigenia; dein, ut *ſubſtantia* aliis ſubſtantiis natura diverſis *commixta*. Niſi hæc apte diſtinguas, omnia in theoria ignis tenebris involves. Ignis prima ratione conſideratus eſt ipſe *ignis elementaris*, unaque ex ſubſtantiis primigeniis, unde corpora componuntur: altera ratione conſideratus eſt *phlogiſticum*, ſeu pars corporum inflammabilis, quorum ignis pars conſtituens eſt.

Ignis elementaris.

1047. OBSERVATIO. Poſt duorum, aut trium annorum millium ſtudia, poſt Carteſii, & Neutoni meditationes, poſt docta, & ingenioſa Boerhavii, Lemerii, Reaumurii, Sthalii, aliorumque illuſtrium phyſicorum experimenta adhuc incerta eſt ignis natura. Inter phyſicos, qui ſuam huic naturæ myſterio operam navarunt,

I. Cenſent alii, ignem eſſe elementum peculiare: molecularum congeriem materiæ ſimplicis, ad ſenſum homogeneæ, immutabilis, incoercibilis, ſemper agentis, ac in motu poſitæ, eſſentia fluidæ, omnis fluiditatis principii, primigeniæ caloris, & combuſtionis cauſæ in corporibus.

II. Cenſent alii, ignem eſſe dumtaxat fortuitam ſubſtantiarum heterogenearum quarumcumque collectionem, quas fermentatio quaquaverſus

ſus dificit, & quæ a ſolo motu corpora comburendi, & diſſolvendi vim obtineant: quare his auctoribus ignis nihil eſt, præter ipſas terræ, aquæ, aeris moleculas diviſas, attenuatas, & variis motibus jaculatas.

III. Exiguus auctorum numerus ex miris ſubſtantiæ hujus phænomenis ſuſpicari auſus eſt, ignem eſſe ſubſtantiam mediam inter corpus, & ſpiritum, & ab utroque diverſam.

Harum opinionum prima veroſimillima eſt, altera certo falſa, tertia evidenter inepta, & abſona.

1048. ASSERTIO I. *Ignis elementaris eſt ſubſtantia materialis.*

DEMONSTRATIO. Subſtantia experimentis, & obſervationibus pertractata, quam rarefacere, condenſare, augere, minuere, qua lubet dirigere poſſumus, quæ ſenſus afficit, immediate in omnia corpora agit, per ea diſtribuitur, motum concipit, & communicat; quæ ſenſibus, & menti materiæ proprietates exhibet, profecto ſubſtantia materialis eſt. Atqui hujuſmodi eſt ignis; ergo ignis ſubſtantia materialis eſt, inter fluida tenuiſſima referenda; quæ non proinde, quod tenuiſſima ſint, materia eſſe deſinunt æque ac craſſiſſima. Q. E. D.

1049. ASSERTIO II. *Ignis elementaris non eſt fortuita partium heterogenearum attenuatarum, & ad motum excitatarum congeries.*

DEMONSTRATIO I. Subſtantia eoſdem ſemper effectus pariens, eaſdem ſemper proprietates præſeferens non eſt fortuita ſubſtantiarum heterogenearum collectio; harum ſiquidem proprietates, & effectus varii ſunt, pro earum naturæ, & mixtionis diverſitate. Aſt ignis elementaris a ſubſtantiis ſegregatus, quibus ſæpe conjunctus eſt ſemper, & ubique eoſdem parit effectus ſuæ denſitati proportionatos, eaſdem ſemper, & ubique proprietates præſefert; ergo ignis elementaris non eſt fortuita heterogenearum ſub-

L 5 ſtan-

ſtantiarum attenuatarum, & ad motum concitatarum collectio.

II. Lex eſt corporum generalis, motum omnem ſemel impreſſum minui, & tandem inſenſilem fieri, quum majori corporum quantitati communicetur (310). Atqui evidens eſt, motum in igne hanc legem non ſequi: ſcintilla enim a ſcilice excuſſa ſucceſſive in incendium vertitur miro motus augmento, quem a corpore ad corpus tranſmittit. Ergo materia ignis a reliquorum corporum materia diverſa eſt; non ergo partium heterogenearum congeries.

Corporibus itaque ardentibus cauſa ineſt ſuccenſionis a partibus, quas diſſipat, & jaculatur, diſtincta; parata natura ſua motum, quem concipit augere, & ex propris effectibus novas vires acquirere. Q. E. D.

1050. ASSERTIO III. *Ignis elementaris eſt peculiare fluidum, cujus natura eſt immutabilis, ad ſenſum homogeneum, ſemper vel in motu poſitum, vel ad motum paratum.*

DEMONSTRATIO I. Ignis elementaris eſt ſubſtantia peculiaris a terreis, aereis, aqueis ſubſtantiis, quas agitat, ac diſſipat, diſtincta; ſequitur enim diverſas motus leges, diverſos parit effectus, diverſaſque habet proprietates, quæ fortuitæ harum ſubſtantiarum mixtioni convenire nequeunt (1049).

II. Ignis elementaris ſubſtantia eſt ad ſenſum homogenea; eaſdem enim ſemper, & ubique præſefert proprietates, eoſdem parit effectus, quæcumque mixta ſint, a quibus educitur. Ignis a ſole emiſſus, ab ardentium corporum terreſtrium igne in hoc tantum differt, quod ille purior ſit, magiſque ab extranea materia ſegregatus.

III. Ignis elementaris eſt ſubſtantia natura immutabilis, ſicuti ſunt omnia corporum principia, ut primo operis tractatu oſtendimus (145).

V.

V. Ignis elementaris eſt fluidum tenuiſſimum: corpora enim magis compacta ab hoc elemento libere pervaduntur, quod intimæ eorum ſubſtantiæ ſeſe inſinuat, minimas eorum partes dilatat, ac ſegregat, ac fluida efficit. Multo quoque veroſimile eſt, fluida omnia natura ad ſoliditatem tendere; ac ſolam ignis actionem eorum partibus integrantibus proprietatem fluiditatis impertiri. Aqua, exempli gratia, marmor duritie æquaret, ſi ignis ſuis partibus interjectus eas ſejunctas non detineret.

V. Ignis elementaris aut ſemper movetur, aut ad motum ſemper paratus eſt. Niſi enim hæc illi proprietas tribuatur, phænomenon quotidianum explicari nequit; quum videamus ſcintillam, aut exiguum ignem in vaſtum incendium converti. Q. E. D.

1051. ASSERTIO IV. *Veroſimile eſt, ignem, & lucem idem elementum eſſe.*

DEMONSTRATIO. Lux comburit, ignis illuminat. Ergo lux, & ignis idem principium eſſe videntur duos diverſos edens effectus.

I. *Lux comburit.* Solis radii per lentem collecti corpora tum in vacuo, tum extra comburunt, & in calcem redigunt.

II. *Ignis illuminat.* Quæ enim materia corporum combuſtionem, ac partium diſperſionem efficit, ſemper, aut fere ſemper lucet. Quum vero primus tantum effectus habetur, ideo eſt, quia idem principium ad primum effectum obſtaculum non invenit, invenit vero ad alterum: uterque effectus, combuſtio, & irradiatio, ab iiſdem conditionibus non pendet; ut ſequenti nota explicabimus.

Hæc lucis, & ignis notio naturæ ſimplicitati, atque œconomiæ mire conſentit, quæ in effectibus prodiga, cauſarum avara eſt. Quare natura duas cauſas ſtatuat, ubi una ſufficit? ergo ſententia hæc, ſin minus ut certa, ſaltem ut multo veroſimilis eſt admittenda. Q. E. D.

1052. NOTA. I. Ut lux, aut ignis elementaris *comburat*, aut ſenſibilem corporibus calorem inducat, gradu denſitatis indiget, quem definire non ita facile eſt. Elementi hujus radii nimis languidi, aut rarefacti lucere poſſunt, quin comburant: hinc lux ſine calore; hoc eſt ſine altero ex effectibus, quos elementum hoc parere aptum eſt. Hujuſmodi eſt lux ſtellarum, lunæ, phoſphororum quorundam. Solis lux minus regiones noſtras calefacit hyeme, quam æſtate; obliquior enim, & rarior in regiones noſtras incidit hyeme, quam æſtate: in luce vero vis comburendi, aut calefaciendi in majori ratione creſcit, quam ſit ratio denſitatis; ut alibi adnotavimus (976).

II. Lux, aut ignis elementaris, ut *luceat*, libere agere debet, & a ſubſtantiis heterogeneis ſegregatus, quibus commixtus eſſe poteſt. Pulvis pyrius, oleum, alia corpora combuſtibilia ſunt veluti ignis elementaris receptacula; at ignis hic nec urit, nec lucet, niſi exploſione a ſubſtantiis, quibus conjunctus eſt, ſeparetur.

III. Ignis elementaris in corporum interſtitiis latens, quin illis conjunctus ſit, nec ardet, nec lucet: duo enim hi effectus ignis *exploſionem* poſtulant: elementum vero ambiens, & ſecum æquilibratum vetat, ne exploſione e corporibus erumpat.

Phlogiſticum.

1053. DEFINITIO. *Phlogiſticum* eſt ignis elementaris aliis ſubſtantiis natura diverſis *combinatus*. Definitio explicationem poſtulat, quam ſubijcio.

I. Diximus alibi *combinationis* nomine intelligi duorum diverſorum corporum conjunctionem ex affinitate invicem adhærentium; unde novum corpus gignitur, natura mixta, ex utroque aliquid habens, neutrius vero naturam habens.

Exem-

Exempli cauſa, ſales duo, acidus alter, alter alkali ſimul conjuncti tertium ſalem efficiunt, qui nec acidus eſt, nec alkali, ſed neuter. Ita quoque ſales oleis terreſtribus ſimul in naturalibus productionibus conjuncti plantas, & fructus efficiunt, qui non principiorum, a quibus ſunt, ſed peculiarem aliam naturam obtinent: ſunt nova corpora peculiaribus proprietatibus prædita, quæ in eorum ſeparatis principiis non inveniuntur.

II. Ignis elementaris, ut & cetera corporum principia, non eandem cuique ſubſtantiæ affinitatem habet; aliquibus ergo corporibus facilius conjungi debet, aliis difficilius. Exempli cauſa, aqua regia, quæ facile auro conjungitur, non ita argento conjungitur: ita ignis elementaris oleoſis, & ſulphureis ſubſtantiis facile jungitur, aqueis non item.

III. Ignis elementaris quibuſdam ſubſtantiis conjunctus, uti ligno, oleo, pulveri pyrio, corporibus combuſtibilibus, non eaſdem in illis proprietates habet, quas ſolitarius; ſicuti aer corporibus conjunctus, quorum pars conſtituens eſt, non ea pollet fluiditate, & elaſticitate, qua a corporibus ſegregatus diſtinguitur (730). Ignis elementaris ſubſtantiis heterogeneis conjunctus, quibus corpora combuſtibilia conſtant, iners fit; inertiæ vero hujus cauſa eſt ejus *affinitas* hiſce ſubſtantiis, quæ fortior niſu ſuo naturali ad motum, illum ipſis adhærentem detinet.

IV. Adhæſio hæc varia eſt pro varia ignis hiſce corporibus affinitate. Si minima ſit hæc adhæſio, ignis ſemper niſum ad motum ſervans facile erumpit ſimul ac cauſa extrinſeca ſeparationem juvat; & corpora combuſtibilia eo facilius ardent, quo minor inter ignis, & eorum partes adhæſio eſt.

Ignis

Ignis in corporibus tum illis conjunctus, tum non conjunctus.

1054. OBSERVATIO. Ignis elementaris duobus modis admodum diverſis corporibus ineſt, ſive illis *conjunctus*, ſive *non conjunctus*. Diſtinctio hæc neglecta magnam huic quæſtioni obſcuritatem induxit.

I. Ignis elementaris corporibus ineſt quin illis conjunctus ſit, quum vel in eorum interſtitiis latet propria natura ſervata fluidi ignei actione, & motu præditi; ſicuti aqua ſpongiæ interſtitiis ineſt aquæ elementaris natura prorſus ſervata.

Veroſimile eſt, ignis elementum varia quantitate per univerſam naturam diffuſum corporum interſtitiis ineſſe, ibique cum illo igne æquilibrari, qui per aerem diffuſus eſt. Aquæ pes cubicus, & olei pes cubicus in eadem aeris temperie, ſi æqualia habeant interſtitia eandem ignis elementaris copiam continebunt: ſi oleum plura habeat interſtitia majorem ignis puri, nec commixti copiam continebit; at non propterea aqua calidius erit: ignis enim elementaris in interſtitiis latens eandem in oleo, & aqua denſitatem habet: vis vero comburendi non ejus volumini, ſed denſitati, & elementorum ſuorum proximitati eſt proportionalis (976).

II. *Ignis elementaris corporibus ineſt conjunctus, atque commixtus*, ſeu tamquam eorum pars conſtituens, fluidi in motu poſiti proprietate carens, eorum principiis adhærens, & cum his novam corporis ſpeciem efficiens: ſicuti aqua oleo in plantis conjuncta naturam mutat: ſicuti aer mixtis conjunctus fluiditate, elaſticitate, natura aerea ſpoliatus eſt.

III. Certum eſt, ignem commixtum æquali quantitate in omnibus corporibus non inveniri. Corpora combuſtibilia inæqualem ejus quantitatem continent pro diverſa illi affinitate: hinc inæ-

inæqualis eorum combuſtibilitas. Hujus ignis commixti plurimum eſt in oleo, minimum, aut nihil in aqua.

IV. *Combuſtio* quæ ſeparatio, & exploſio eſt principii inflammabilis corpori combuſtibili incluſi, conjunctionem deſtruit ignis elementaris cum corporis ſubſtantiis heterogeneis: ignis hic ſegregatus redit ignis elementaris, & purus; ſicuti aer corporibus commixtus, & combuſtione ſegregatus ad priſtinam fluidam, & elaſticam ignis naturam redit.

Ignis communicatio.

1055. OBSERVATIO. Duobus diverſis modis ignis communicatur: hos diſtinguamus oportet, niſi totam theoriam perturbare velimus: ſpectant modi hi duo duos modo conſideratos ignis ſtatus, libertatis, & commixtionis. Ignis purus diviſione, commixtus productione communicatur.

I. *Ignis diviſione communicatur.* Ita ferrum candens corpori admoto calorem communicat: calida frigidæ affuſa calorem ſuum cum hac dividit: aer fervens corporibus, quæ ambit, ſuum calorem impertitur. Nihil hæc ignis communicatio peculiare habet: generalibus motus legibus omnino regitur (321). Corpus calorem communicans tantundem amittit, quantum tribuit: corpus, quod accipit, tantundem dumtaxat accipit, quantum alterum amittit. Si amphoræ frigidæ amphora calidæ affundatur, calor ita diſtribuetur, ut tota maſſa dimidio minus calida ſit, quam poſtrema amphora eſſet. Si quinque frigidæ amphoris una calidæ affundatur, calor per ſex amphoras diſtributus erit ſextuplo minor calore, quam amphora calidæ prius obtinebat. Hac ratione ignis purus, liber, & jam agens communicatur.

II. *Ignis productione, & augmento communicatur.*

tur. Scintilla e ſilice excuſſa fomitem ſuccendit, ſarmenta, ligna, ſilvam totam. Quantum in hac ignis communicatione motus, & virium augmentum? Hac ratione ignis commixtus, phlogiſticum communicatur. Rem explicare ita pergimus, ut non hypotheſim, ſed naturæ theoriam exponere videamur.

Corporum combuſtio.

1056. OBSERVATIO. Jam oſtendimus qua ratione ignis corporibus conjungatur (1053), fiat corporum principium, ſeu pars conſtituens, in iis jaceat iners. Videndum modo qua ratione a mixto magno virium augmento diſſolvatur.

Ignis primo natura liber eſſe, & agere nititur; at niſus hic cohiberi poteſt a diverſa ejus aliis corporibus affinitate: tunc is eſt ignis commixtus, ſeu phlogiſticum. Quodvis ignis elementum ab alio materiæ elemento coercetur, cui affinitate conjunctum eſt.

Hæc ignis aliis elementis adhæſio ſemper affinitati proportionalis, admodum varia eſſe poteſt. Si enim ignis niſus ad motum ſupponatur ab affinitate coercitus; patet jam minorem niſum hunc eſſe debere vi affinitatis, qua eliditur; atque hanc affinitatis vim magis, minuſque niſui illi prævalere poſſe: hinc duplex phænomeni explicatio.

Corpora facile combuſtibilia.

1057. EXPLICATIO I. Quando niſus ignis ad motum *paulo minor* eſt vi affinitatis, qua corporibus adhæret, quodvis ignis elementum paulo tantum ſua actione majorem reſiſtentiam experitur. Quare ſi paululum niſus iſte ignis ad motum augeretur, omnia ejus elementa, victis obſtaculis, libere moverentur. Ita ignis inveni-

tur

tur in fomite, in pulvere pyrio, in corporibus omnibus facile inflammabilibus; in his vis affinitatis parum admodum vim explosivam ſuperat ignearum partium corporibus admixtarum.

I. Scintilla, quæ globulus igneus eſt e ſilice excuſſus, ſi in fomitem cadat; in elementum ignis incurrit, quod a vi attractiva detinetur parum majore vi ignis expanſiva ad motum tendente. Quum vero vis iſta ignis duplo, aut triplo a ſcintillæ incurſu augetur, unde vim adhæſioni oppoſitam nanciſcitur, ille erumpit, & libere movetur; vi ſua, & a ſcintilla communicata in contiguas fomitis partes irruit, in quibus alia latent elementa ignea ad motum quoque tendentia, & ab obſtaculis niſui ad motum æqualibus, aut paulo majoribus detenta. Elementa hæc ab his omnibus viribus adjuta, & ab impulſu ſemper creſcente elementorum igneorum, quæ a fomite ſeparantur, & quaquaverſum proſiliunt, libere, & violenter agunt, & eodem modo alia elementa ignea ſegregant, donec totus fomitis ignis eruperit, & agere cœperit.

Ut rei hujus imaginem nobis effingamus, ponamus decem, aut duodecim cubos plumbeos ita tranſverſo filo ſuſpendi ſingulos, quod unice cubum ſibi appenſum ſuſtinere poſſit. Nititur quiſque cubus filum diffringere, quod vi tantum pollet cubi niſui reſiſtendi. Superioris cubi ita vis augeatur, ut filum diffringat; in inferiorem cadet, qui quoque filum, quo detinetur, diffringet. Primi hi duo cubi jam in motu poſiti in tertium cadunt, & ſecum in quartum ruunt, & in ſequentes viribus ſemper creſcentibus. Quo plures erunt cubi ita ſuſpenſi, eo major erit conjuncta eorum actio poſtquam fila diſruperint.

Vel, ſi lubet, concipiamus fluidum maxime elaſticum innumeris, ac tenuibus vitreis globulis incluſum ſimul in cumulum congeſtis, qui ſinguli vi tantum polleant fluidum cohibendi.

Si

Si ab extrinſeca cauſa horum globorum unus diffringatur; fluidum elaſticum jam liberum fragmenta in proximum globum conijcit, qui ab his diffractus a ſuo fluido in alios globos jacitur; atque ita ſucceſſive fluidi partes antea coercitæ dilatantur, & collatis viribus in oppoſita quævis obſtacula impetum faciunt.

II. Quo naturali machinamento fomes ſuccenditur, eodem & pulvis pyrius inflammatur duplici hoc diſcrimine; in pulvere pyrio ſcilicet primo vim affinitatis, qua elementa ignea ſulphuri, & carboni junguntur (823), minorem ea videri, qua fomiti juguntur; deinde ſulphur & carbonem pulveris pyrii magis videri igne abundare, quam fomitem.

Hoc poſtremum a theoria affinitatis ſequitur. Alibi vidimus affinitatem non in omnibus corporibus eandem eſſe: aquam, exempli cauſa, copioſius ſales quoſdam arripere, quam alios: aquam regiam, quæ aurum avide attrahit, ab argento abſtinere. Quare ſulphur, & carbo majorem ignis copiam haurire nequeant, quam fomes, in hypotheſi, qua majorem, quam fomes, igni elementari habeant affinitatem? In valde veroſimili hac hypotheſi ſulphur, & carbo igne ſaturi multo majorem ignis copiam continebunt, quam fomes ſatur.

Corpora ægre combuſtibilia.

1058. EXPLICATIO II. Quando niſus ignis ad motum multo minor eſt vi affinitatis, qua corpora igni junguntur; quodvis elementum igneum a vi hac ita detinetur, ut non niſi viribus ſuis plurimum auctis effugere, & motum concipere poſſit. Hic eſt corporum ægre inflammabilium ſtatus; olei, exempli gratia, adipis, ligni; quæ corpora unica ſcintilla immediate non ſuccenduntur.

I. *Corpus ægre inflammabile, ut lignum, eſt mix-*

mixtum ex igne elementari, & ſubſtantiis heterogeneis, quæ maxima affinitate ignis elementa coercent. Magna igitur ignis liberi copia requiritur, quæ trunco admota ignem ſuis interſtitiis incluſum a repagulis ſolvat, ut hic jam agens in reliquas ignis particulas trunco incluſas vim ſuam exercere poſſit, easque a trunco jam ſemiuſto diſſolvere.

Eodem modo ſuccenduntur truncus, & fomes; at elementa ignea majore vi externa indigent, ut a trunco diſſolvantur, quam a fomite.

II. *Lignum ſiccum viridi, aut humido facilius ardet*: in hoc enim ignis elementa ubique aqua obſita ſunt, a qua externi ignis illa excitare nitentis actio bona ex parte eliditur.

III. *Lignum nimis antiquum minus vetuſtate conſumpto ægrius ardet*. In illo enim poris evaporatione laxatis, & terreis, ac ſalinis partibus diſtractis nimia ignearum partium copia evolavit.

IV. *Lignum aliquod, ceteris paribus, alio melius ardet*. Sive quod illud majorem ignis copiam contineat: quemadmodum pulvis pyrius plus ignis habet, quam fomes; ſive quod in illo elementa ignis terreis, & ſalinis partibus minus adhæreant, quam in altero; ſicuti in fomite minus, quam in aliis ægrius inflammabilibus ſubſtantiis, adhærent.

V. *Candela tota conſumitur*; cera enim, qua conſtat, ſubſtantia eſt igneis elementis abundans, quæ tenui affinitate detinentur, & ab ellychnii flamma ſucceſſive ad liberum motum diſponuntur. Idem dicas de oleo, quo lampas alitur.

VI. *Aqua, ut oleum, non ardet*: aqua enim, quæ ſolitaria vix ullam igni elementari affinitatem habet, ſuas moleculas illi non conjungit. Ut aqua igni conjungi poſſit, debet ipſa aliis ſubſtantiis conjungi, a quibus ad conjunctionem cum igne diſponatur, hoc in oleis contingit quorum pars potiſſima aquea eſt.

V. *La-*

V. *Lapides ſunt quidam apti igneas ſcintillas emittere*; ſive quia ſubſtantiis conſtant, in quibus plurimum ignis latet, ſive quia in his minus, quam in aliis lapidibus ignis adhæret.

Lapides iſti chalybe percuſſi ſcintillas emittunt; ictu enim partium ignearum niſus ad motum juvatur; & inde igneæ particulæ vim obtinent, qua affinitatem vincant, qua detinentur.

VIII. *Eadem ratione affrictus, aut vehemens motus corpora combuſtibilia ſuccendere poteſt*, igneas particulas ibi detentas diſſolvendo, & ad motum excitando. Hæ ab affrictus motu roboratæ vim ſuam aliis igneis partibus in corpore latentibus ſociant, & cum iis jam naturali niſu ad motum diſpoſitis exploſionem efficiunt, & libere erumpunt.

Si affrictus, aut motus corpora ſuccendere poteſt, potiori jure quemdam caloris gradum in corporibus ſervare, & augere poterit. Hoc nos in quavis violenta exercitatione experimur. Moleculæ igneæ toti corpori noſtro admixtæ quaquaverſus diſſipantur: intimum ignem jam agentem augent; & per poros apertos abeuntes plurimas diverſas ſubſtantias ſecum avehunt, quas generali tranſpirationis, & ſudoris nomine nuncupamus.

IX. *Aer e folle emiſſus ingentem ignem ſuſcitat, & candelam extinguit*. Ignem ſuſcitat; magno quippe impetu ignem jam liberum, & agentem in illum jaculatur, qui adhuc in materia combuſtibili detentus latet. Candelam extinguit; totum enim ignem liberum aſportat, quo ignis nondum liber ſolvi poſſet.

Ignis in corpore accumulatus, & ejus phlogiſticum libere ſuccendens, novas perpetuo vires acquirit, ut explicavimus. Quum vero vis iſta ad quemdam gradum excrevit, ignis obſtacula omnia ſuperat, obvia quæque invadit, ac quaquaverſum diſſipat impetu ſuæ denſitati proportionali; & multo majori vi ambientia corpora con-

concutit, quam ſi ſolitarius ageret, nec ſecum extraneas ſubſtantias abriperet, quibus ſuam velocitatem communicat, dum illæ ſuam maſſam commodant; unde maxima motus quantitas, ſeu vis motrix enaſcitur. (269)

Objectiones ſolvendæ.

Quævis ignis theoria magnis difficultatibus obnoxia eſt. A nobis tradita ſimpliciſſima videtur magiſque naturæ conformis. Quæ præcipue illi objici poſſunt diluere conabimur.

1059. OBJECTIO I. Lux, & ignis non ſunt eadem ſubſtantia: proprietates enim habent omnino oppoſitas. 1. Ignis corpora penetrat luci impervia, puta, ingentem ferri maſſam. 2. Ignis datur ſine luce, ut in aqua ebulliente, & in ferro calido: tum lux datur ſine igne, ut in phoſphoris, & in luna, cujus lux magna lente collecta nullam in thermometro mutationem parit. 3. Lux non niſi per lineam rectam, ignis quaquaverſum propagatur, & quavis directione, inſtar ſoni. 4. Lux magis, magiſque langueſcit: ſæpius ignis communicatione augetur. Ergo ita differunt ignis, & lux, ut non magis aer, & aqua, aut lux differant.

RESPONSIO. Idem corpus diverſis modificationibus apparens, diverſam naturam habere videtur. Exempli cauſa, aer in machina pneumatica condenſatus animal enecat, exterior vivificat; num duas diverſas has aeris ſpecies dices quod duos diverſos effectus in eodem ſubjecto, vitam, & mortem pariant? Ita aer, quem haurimus, fluidus eſt, & elaſticus: corporibus commixtus, quorum pars conſtituens eſt, fixus apparet, & elaſticitate carens (730); num primus ab altero diverſus ſit, quod ille proprietates habeat, quas in hoc obſtacula exeri vetant? His obſervatis, quæ de innumeris aliis corporibus dici poſſent, oppoſita per partes expendemus.

I. *Ignis*

I. *Ignis*, inquiunt, *corpora luci impervia pervadit*. Reſpondeo lucem, & ignem elementarem eadem corpora pervadere, & ab iiſdem corporibus reflecti. Lux ſolis in ſpeculum metallicum incidens, a quo reflectitur, primum ſuperficiei ſtratum calefacit: primum hoc ſtratum calorem ſuum alteri communicat, hoc tertio; atque ita porro ad extremum uſque, quod calorem ſuum fluidis omnibus ambientibus ſucceſſive communicat.

Phlogiſticum, ſive ignis commixtus, & alligatus, qui vel in hoc ſpeculo, vel in ferrea lamina foci domeſtici invenitur, aut ſolis, aut carbonum igne agitatus, in his corporibus fermentationem experitur, & actionem lucis, aut ignis in eorum ſuperficiem agentis, & interſtitia ſubeuntis juvat. Quum corpora hæc ad incandeſcentiam incaluerunt lucida fiunt: tunc enim ab eorum interſtitiis magis patentibus tanta lucis, aut ignis elementaris copia erumpit, quanta ad oculum ſenſibiliter percellendum ſatis eſt. Quum corpora hæc ad incandeſcentiam non incaluerut, ea in tenebris oculus non videt; quantitas enim lucis, aut ignis elementaris ab ipſis emanans tanta non eſt, quæ ſenſibiliter oculum afficere, in eoque objectorum imagines pingere poſſit. Calor, qui poſt foci laminam ſentitur, aeris ambientis proprie calor eſt, cui ſucceſſive a lamina communicatur, & ab hac corporis noſtri partibus ad quas ſua elaſticitate fertur. Pars hæc laminæ aut nihil, aut parum admodum ignis puri ejectat, etſi plura alia fluida emittat liberi ignis vi per ferri interſtitia ſucceſſive trajecta.

II. *Aqua ebulliens*, inquiunt, *multum ignis, nihil lucis habet*. Reſpondeo, aquæ ebullientis calorem illi a luce, aut ab igne libero, & elementari tribui, qui in cacabum vim ſuam exercuit. Hæc aqua non lucet, quia quantum ſatis ad oculum afficiendum ignis puri non emit-

tit,

tit. Ignis ab illa emergens adhuc vaporibus commixtus, fortaſſe illis conjunctus, quos ſecum vehit, non ita liber eſt, & ſimplex, ut ad lucendum eſſe debet.

III. *Lux*, inquiunt, *habetur ſine igne: uti lux ſtellarum, lunæ, quorundam phoſphororum*. Reſpondeo, lucem hanc eſſe verum ignem; ſed nimis languidum, ac rarum, ut combuſtionem efficere poſſit, etſi ſatis ſit ad irradiationem efficiendam. Duo hi ejuſdem principii effectus a conditionibus pendere poſſunt, quæ modo conjunctæ, modo ſeparatæ in eodem principio ſint. (1052)

IV. *Lux*, adhuc inquiunt, *tantum per lineam rectam propagatur: ignis directione quavis*. Reſpondeo, lucem, & ignem elementarem non niſi per lineam rectam propagari. Ignis, qui alia ratione, quam per lineam rectam propagatur, non eſt ignis purus, elementaris, ab omni ſibi extranea ſubſtantia] ſecretus. Eſt ille aut *fluidorum incaleſcentium congeries*, quas ignis elementaris actio diſſipat, quæque juxta communem fluidorum naturam quaquaverſum, & quavis directione feruntur, ac cum quovis fluido tandem ad æquilibrium ſtatuuntur; aut *phlogiſtici vortices* adhuc attenuatis ſubſtantiis commixi, & conjuncti, in quibus fermenteſcunt, & a quibus ſecerni nituntur: hi vero vortices juxta gravitationis, & hydroſtaticæ leges per aerem diffundi, & diſtribui debent, non ſecus ac alia fluida quævis magis minuſque ſenſibiliter gravitantia.

V. *Lux*, tandem inquiunt, *communicatione langueſcit; ignis vero ſæpius communicatione augetur*: Reſpondeo, lucem, & ignem elementarem communicatione ſemper minui, niſi a cauſa apta eorum intrinſecam activitatem augere juventur: uterque vero communicatione augetur, quum cauſa præexiſtens eorum actionem in corpus, quod afficiunt, juvat. Scintilla e ſcilice

ce excuſſa exiguam lucem, exiguum ignem tantum habet: ſcintilla hæc in pulveris pyrii promptuarium illapſa ſimul & in maximam lucem, & in vehementiſſimum ignem ratione ſupra a nobis expoſita convertitur. (1057)

Hinc ſequitur, ea, quæ in identitatem naturæ lucis, & ignis elementaris congerunt, etſi admodum copioſa ſint, nihil tamen ſententiæ noſtræ probabilitati officere.

1060. OBJECTIO II. Si lux, & ignis una, eademque ſubſtantia ſunt, calor in dies, & ſæcula creſcere deberet, immenſa ignis copia perpetuo a ſole adveniente.

RESPONSIO. Lux, aut ignis elementaris a ſole in terram emiſſus, eadem ferme ratione avolat, qua advenit; non itaquei ntelı lure perpetuo accumulari debet.

I. Lux a ſole emiſſa maxima ex parte extra orbem noſtrum reflectitur ab impenetrabilibus ſuperficiebus, in quas incurrit: hæc igitur ignis ſolaris pars ignem orbis noſtri augere non debet.

II. Pars ſolaris lucis, quæ corporum poris immerſa retinetur, perpetuo variis naturæ productionibus jungitur, quarum pars conſtituens fit, & ignis corporum principium. Ex his productionibus, quarum ignis eſt pars conſtituens, maximam ejus copiam perpetuo decomponunt, ac ſeparant fermentatio, putrefactio, combuſtio: porro hic ignis ita ſegregatus, & iterum lux evadens, aut ignis elementaris, propria lucis velocitate evolat, qua uno temporis minuto ſecundo, ſi nihil obſit, ſpatium percurrit leucis 62222 majus (895); adeoque ab orbe noſtro multo procul recedit non rediturus. Quot annis non indiguit natura, ut in lignum, quo ad focum calefio, eam ignis elementaris quantitatem congregaret, quæ hora dimidia erumpit, & cujus magna pars, quæ ſcilicet obſtaculis non detinetur, inſtante temporis, a terra procul avolat!

Facile igitur intelligemus, quare, etſi plurimum

mum lucis, aut ignis elementaris a ſole ad nos adveniat, non tamen in tellure calor perpetuo augeatur in dies, & annos. In hoc enim ignis elementaris commercio tellus tantum hic amittere ferme debet, quantum inde aquirit.

1061. OBJECTIO III. Materia omnis gravitatis legibus ſubeſt: ignis natura ſurſum tendit; ergo ignis non eſt materia.

RESPONSIO. Lex gravitationis, quam nos cum phyſicis omnibus admittimus, eſt generalis naturæ lex omnia omnino corpora afficiens: illi ignis elementaris æque ac aurum, & plumbum obtemperat.

Ignis elementaris liber, ac ſolutus ratione motus ſui ſemper permanentis, natura nititur quaquaverſum. Si peculiarem tendentiam ſurſum habere videtur, hoc ideo eſt, quia juxta generales hydroſtaticæ leges fluida rariora, & minus gravia ſupra denſiora, & graviora ex ipſa gravitationis vi attolluntur.

Si ignis purus quibuſdam corporibus ſeſe inſinuans, ibique ſeſe accumulans, ea leviora efficere videtur, hoc ideo eſt, quia ea dilatans magis volumen auget, quam pondus. Ita aer veſica incluſus illam ſpecifice leviorem efficit; etſi aer illi incluſus, per ſe gravis ſit. (687)

1062. OBJECTIO IV. In hac theoria ſupponimus, ignem fluidum eſſe ſemper in motu poſitum, ſeu natura ſemper ad motum tendens. At undenam igni permanens hæc activitas? Qua ratione materia hæc iners non ſit, ſicuti terra, & aqua? Nonne hæc motus attributio erit effectus ſine cauſa in naturam invectus? Nonne hoc eſt quidpiam nulla ratione, nullaque veriſimilitudine aſſerere?

RESPONSIO. Difficultas hæc cuivis hac de re ſyſtemati, ac ſententiæ communis eſt. Ex ignis effectibus conſtat, ignem ſubſtantiam eſſe ſemper in motu poſitam, ſeu natura ſemper ad motum tendentem. Phænomenon hoc certum

eſt, & in quavis de igne theoria admittendum, quidquid contra occurrat. Non itaque ſine ratione, & injuria permanentem motum, vel ad motum tendentiam in igne ſupponimus. At neque effectum hic ſupponimus ſine cauſa: cauſa enim permanens permanentis hujus effectus aſſignari poteſt,

Dei voluntatem, ut primam, & unicam cauſam motus univerſi in natura agnoſcere eſt principium rationi conſonum admittere (76 , & veritatem per hos dies ab omnibus ferme philoſophis receptam amplecti. Ita hac maxime veroſimili ac philoſophica hypotheſi, materia ignis, ut reliqua materia omnis, natura iners erit; & unice a Dei actione activitatem obtinebit, qua perſeveranter aut movetur, aut moveri nititur.

II. Si Deus ad univerſæ naturæ actionem conſervandam decreverit, ignem ſemper moveri, aut non quieſcere, niſi aliis ſubſtantiisconjunctum, in hac ſimpliciſſima, ac veroſimillima hypotheſi ignis purus, elementaris, liber fluidum erit ſemper in motu poſitum; ejus vero motus magnum univerſæ naturæ mobile erit. In igne, ut in quovis alio corpore motus, ſeu vis motrix erit productum maſſæ in velocitatem, tum, ut alius quivis motus, augeri, aut minui poterit.

III. Hic ignis motus, vis hæc finita aut a reſiſtentia invincibili, aut a majori vi cohiberi poterit. Poterit ergo ignis elementaris, etſi permanenter ad motum tendat aut cavitatibus impermeabilibus *coerceri*; tunc vero vorticoſo motu agetur; aut majore affinitatis, aut attractionis vi *conſtringi*: tunc vero ejus motus ceſſabit, non tamen ejus ad motum niſus: ſicuti ſaxum filo ſuſpenſum gravitationis motu caret, non niſu ad motum.

Ita nos de igne cenſemus: nihil hic abſurdum, nihil a recta philoſophandi ratione alienum: imo quæ de illo breviter dicta ſunt naturæ, & rationi maxime conſentanea ſunt.

Expi-

Frigus in ſe, & in diverſis regionibus.

1063. OBSERVATIO. Frigus eſt ignis liberi, & agentis abſentia, ſicuti tenebræ lucis abſentia, at privatio ſunt. Quo major in corpore eſt ignis moti, & agentis copia, eo magis corporis partes integrantes incaleſcunt; quo minor eſt in corpore ignis hujus copia, eo magis ejus partes frigeſcunt. Si nihil ignis liberi, & agentis corpori ineſſet, illi frigus ineſſet infinitum, ſeu quam maximum haberi poſſit.

I. *In natura non datur frigus infinitum, ſeu omnimoda ignis liberi, & agentis privatio.* Corpora vel frigidiſſima ſemper portionem quandam ſervant ignis hujus elementaris ſuis interſtitiis incluſi, vel illis conjuncti: Quo magis ignis is avolat, frigus augetur. Aqua gelu concreſcens frigidiori adhuc aeri expoſita novum frigoris gradum nanciſcitur: ignis enim elementaris reliquiæ ſuis adhuc interſtitiis incluſæ, avolare pergunt, ut igni elementari magis languido aeri ambienti permixto æquilibrentur; juxta communem fluidorum elaſticorum legem.

II. Corpora in eadem temperie eundem caloris, aut frigoris gradum ſenſim acquirunt. Exempli gratia, vas oleo ebulliente, & alterum aqua gelida plenum in cavea depoſita, ubi thermometrum decem gradus indicat ſupra gelu, poſt aliquod tempus temperiem aeri loci ſimilem obtinebunt. Ignis enim in oleo excedens in aerem exhalat, ut igni minus intenſo aeris æquilibretur; exceſſus vero caloris aeris ad aquam pergit, ut languidiori igni in aqua contento æquilibretur: illa vero paulatim ad naturalem fluiditatem revertitur.

III. Quum in eadem temperie corpora ſunt magis aere ambiente calentia, varietates hæ *ab accidentalibus cauſis* procedunt, quas detegere arduum non eſt. Exempli gratia, fimi cumulus

in gelido aere ambiente fumat, & calet; intima enim fermentatione agitatur, qua ignis materiis animalibus, & vegetabilibus conjunctus expellitur, & excitatur. Ignis corporibus conjunctus, phlogiſticum id efficit in fimo, quod in ligno accenſis carbonibus impoſito; a cauſa quavis ſolutus, & ad actionem excitatus ad illum alium excitandum concurrit, contra quem vim ſuam expanſivam exerit. Hiſce fermentationibus, non fabuloſo igni centrali, ſubterranei ignes vulcanici, & quarumdam fodinarum ſunt tribuendi.

IV. Quum in eadem aeris temperie corpora ſunt minus aere ambiente calentia, hæc quoque diverſitas *ab accidentalibus cauſis* oritur in unum corpus agentibus, non in aliud. Exempli cauſa, aqua aliquando in gelu concreſcit in eo temperiei gradu, in quo thermometrum ſupra gelu ſtat: hæc enim aqua caſu quodam ſalibus quibuſdam imbuta eſt, ac ſubſtantiis aptis ignem elementarem per ſua interſtitia diffuſum attrahere, atque abſorbere. (614, IV.)

V. Non omnia liquida ad eundem frigoris gradum congelantur; alia enim majori, alia minori condenſatione indigent, ut eorum partes integrantes illam aut contiguitatem, aut proximitatem obtineant, quæ ad reciprocam adhæſionem requiritur (221). Aqua mercurio citius concreſcit; quæ enim ignis elementaris copia ad ſegregandas mercurii particulas ſufficit, non eadem aquæ particulas ſegregare valet; hæ ſiquidem magis illis ad mutuam adhæſionem tendunt. In planeta terræ ſimili, in quo immenſa eſſet ignis elementaris copia, aqua, cuprum, ferrum, ſilices, omnia demum liquida eſſent, aut fluida: in his enim corporibus actio ignis libere agentis partium integrantium niſum ad conjunctionem elideret.

VI. Notum eſt, in intimis terræ viſceribus, ubi nec fermentatio ſit, nec liber aeri externo adi-

aditus, ad quamvis profunditatem quovis tempore *eandem ad ſenſum temperiem* haberi, qua thermometrum Reamurianum ſtat ad gradum ferme decimum ſupra gelu. (211)

Non idem contingit in terræ ſuperficie, ubi temperies admodum varia eſt. Præter enim cauſas locales, quæ per accidens in eadem regione, eodemque anni tempore temperiem mutant, cujuſmodi ſunt varius ſolis aſpectus, diverſa ſoli humiditas, ſylvæ aditum ſolis radiis præcludentes, ne ſolum incaleſcat, certum eſt, cauſas generales haberi, a quibus in diverſis regionibus, ac climatibus *maxima temperiei diverſitates* oriri debent; ac in terreſtri ſuperficie temperiem pro diverſis anni temporibus, pro diverſis latitudinibus, pro diverſa ſoli altitudine diverſam eſſe debere.

VII. *Pro diverſis anni temporibus temperies diverſa eſt*. Pariſiis, exempli cauſa, majorem calorem æſtate habemus, quam hyeme; primo quia æſtate ſol quotidie horis quindecim, aut ſexdecim ſupra horizontem eſt, quum hyeme tantum horis octo, aut novem ſupra horizontem illuceat. Deinde quia æſtate ſolis radii minus, quam hyeme obliqui adveniunt: quo vero pyramis lucida ſuperficiei minus obliqua eſt, eo plures radios in datam quamvis ſuperficiei hujus portionem proijcit. Exempli cauſa. (*Fig.* 24)

Sit punctum N ſol: H N K pyramis lucida: H K, V K duo ſpecula plana ſingula ſuperficie pedis unius quadrati: ſpeculum H K radiis ſolis perpendiculariter obijce: illud pyramidem lucidam excipiet, cujus baſis erit pes quadratus. Dein alterum æquale ſpeculum V K oblique ita ſoli obijce, ut cum primo H K angulum efficiat ſemirectum: ſpeculum V K in ſuam ſuperficiem dimidios tantum radios incidentes excipiet eorum, qui in H K inciderant. Speculum ergo pyramidi lucidæ perpendiculare in quavis ſui

parte duplos ferme radios habebit eorum, qui in ſingulas obliqui plani VK partes incidunt; & quodvis ſenſibile plani perpedicularis punctum quater magis incaleſcet quovis ſimile plani obliqui puncto; lux enim ſolis radiis conſtans igne ſibi proprio præditis corpora calefacit in ratione tum denſitatis, tum proximitatis radiorum, ut experientia probat. (976)

VIII. Temperies pro diverſa locorum latitudine diverſa eſt. Ineunte vere, exempli gratia, regiones parum ſupra mare elevatæ magis incaleſcunt in Peruvia ſub æquatore, quam in Gallia in latitudine boreali graduum 45, vel 50; primo quia, poſitis utrobique regionibus in planitie ſitis, regiones ad æquatorem ſunt veluti totidem plana perpendicularia pyramidibus lucidis, a quibus calefiunt in ratione tum denſitatis, tum proximitatis radiorum; dum Galliæ regiones ineunte vere quum ſol in æquatore eſt, ſunt veluti plana gradibus 45, aut 50 hiſce pyramidibus inclinata; quare quum radii ad hæc plana magis diviſi, ac rariores adveniant, minorem calorem ibi parere debent in ratione diminutæ eorum denſitatis, & proximitatis. Deinde quia pyramides lucidæ in regiones æquatoris incidentes athmoſphæram perpendiculariter, & breviori tramite pervadentes minus infirmantur; at quæ in Galliam incidunt oblique, & longiore ſemita athmoſphæram tranſeuntes maiorem radiorum jacturam faciunt; tertio quia initio veris regiones æquatoris magno jam caloris gradu incaleſcunt, quem ſol in dies auget; in Gallia vero tellus ſolis calori frigus opponit, quod ex hyeme adhuc reliquum eſt. Iiſdem rationibus Galliæ regiones maritimæ initio veris minus frigus habebunt, quam maritimæ Norvegiæ, aut Laponiæ regiones in 60, aut 70 graduum latitudine. Idem dicas de auſtralis hemiſphærii regionibus, ubi, ceteris paribus eadem eſt cæli temperies, quæ in analogis borealis hemiſ-

phæ-

phærii regionibus in eadem latitudine. Hoc unico diſcrimine, quod ibi hyems eſt, quum hic eſt æſtas, & viciſſim: idem quoque de reliquis anni temporibus dicendum.

Ineunte æſtate calor adhuc minor eſt in maritimis Galliæ regionibus, quam ſub æquatore in maritimis Affricæ, Aſiæ, atque Americæ regionibus, etſi ſol tantum horis duodecim regiones æquinoctiales illuſtret, Gallicas vero horis ferme ſexdecim. Quod enim caloris ſol nobis diuturnitate impertitur minus eſt, quam quod ratione minoris obliquitatis regionibus æquinoctialibus inpertitur. Idem dicas de regionibus ultra circulum polarem jacentibus, in quibus calor æſtate minor eſt, quam in Gallia: etſi ſol ibi perpetuo ſupra horizontem pluribus diebus, imo & menſibus perſeveret.

IX. *Pro diverſa terrarum ſupra mare elevatione temperies varia eſt*. Eadem in regione, eodemque anni tempore, ceteris paribus, maximus calor eſt ad maris litora, minuitur vero quo magis ſupra mare terræ attolluntur. Itaque ubique terrarum montium vertices loca ſunt frigidiſſima (978), tum in zona torrida, tum in temperatis, tum in frigidis.

In zona torrida ſub ipſo æquatore toto anno & maximi calore, & maxima frigora ſimul habentur: maximi quidem calores in regionibus parum ſupra mare elevatis: maxima frigora in quorundam montium verticibus, quæ ſupra mare perpendiculari altitudine attolluntur hexapedas 2500, vel 3000, vel 3300, & ultra, quique toto anno nive obteguntur ea parte, quæ ſupra 2434 hexapedas eſt elevata. Bouguerius, & Condaminius in celebri Peruviana peregrinatione adnotarunt, ſub æquatore maximos calores aut ad mare, aut paulo ſupra mare perſentiri: in ampla valle Quiti ſub æquatore jacente, ſed hexapedas 1400, vel 1500 ſupra mare

elevata (*) perpetuum eſſe ver, thermometro ibi ſemper ad 14 vel 15 gradus ſupra gelu perma-

(*) *NOTA. Ex obſervationibus in Peruvia ſub æquatore a Gallis Academicis peractis, qui ab anno 1536 uſque ad annum 1742 in terreſtris meridiani arcu dimetiendo, & in aliis peragendis, quibus aſtronomia, geographia, phyſica promoveretur operam ſuam navarunt, quibuſque ad accurate obſervandum, nec ſcientia, nec tempus, nec alia ulla adjumenta defuerunt;* ad mare *mercurius in barometro perſiſtit ad pollices 28, & lineam unam:* Quiti, *qua urbs hexapedas 1400, vel 1500 ſupra mare elevata eſt perſiſtit ad pollices 20, & lineam unam:* in vertice ſcopuloſo Pichinchæ *hexapedas ferme 2434 ſupra mare elevato, perſiſtit ad pollices 15, & lineas 11:* in vertice ſcopuloſo Chouſſalongi *ſupra mare elevato hexapedas ferme 2476 perſiſtit ad pollices 15, & lineas 9. Ex iiſdem obſervationibus barometri altitudinem in quovis zona torrida loco eadem ferme ſunt: ad mare diverſitas eſt tantum linearum 2 ½, vel 3: Quiti vero vix lineam æquat. Juxta quoque eaſdem obervationes aeris elaſticitas ad mare, Quiti, & in ſcopuloſo Pichincha vertice eſt exacte ejus denſitati proportionalis, ut in Europa.* (691)

Si hic canon *a nobis alibi tradius* (738. V.) *ad montium altitudines dimetiendas adhibeatur, inveniemus Quitum ſupra mare attolli hexapedas ferme 1735, non 1400, vel 1500, ut cenſet Bouguerius; Pichincha verticem attolli ſupra mare hexapedas ferme 3224, non 2434, ut idem Academicus cenſet. Verum hic auctor ope barometri altitudines æſtimat regula quadam, quæ noſtra minus accurata nobis videtur; noſtra vero ea eſt, quam celebris Nolletus ſaltem pro diverſis Europæ regionibus recens tradidit. Regula, qua*

manente: ad montium vertices vallem hanc ad ortum præcingentium, & ad occaſum directione meridiano ferme parallela, toto anno zonam nivis, & glaciei perſiſtere, cujus in maximis caloribus inferior terminus hexapedas ferme 2434 ſupra mare attollitur, & cujus ſuperior terminus ſunt ipſi ſummi montium vertices, quorum altitudo ſupra inferiorem nivis, & glaciei terminum varia eſt. Scopuloſi vertices Pichinchæ, & Couſſalongi, in quibus Bouguerius, & Condaminius plura obſervarunt in pendulo ſecunda minuta indicante, in barometro, in aeris denſitate, & elaſticitate, omnium altiſſimæ ſtationes eſſe videntur, in quibus phyſica quidpiam inveſtigare poſſit: montes hi ſiquidem prope Quitum ferme ſub æquatore in altiſſima telluris regione ſunt: horum ſtatio prima infimum nivis terminum attingit, altera, raro acceſſibilis, illum hexapedis ſuperat ferme 42. Montes elatiores, ut Chimborazo, qui ferme hexapedis 3217 ſupra mare perpendiculariter extollitur, & mons Cotopaxi vulcanus ardens, cujus crateres ignivomi ſupra inferiorem nivis terminum attolluntur, perpetuis nivibus obteguntur, adeoque verticem inacceſſum habent.

„ Sco-

---

qua Bouguerius altitudines æſtimat, terreſtris athmoſphæra altitudinem efficeret leucarum tantum decem, quum certe multo altior ſit (741, 743). *Ceterum* terminus conſtans inferior *ab hoc auctore in magnis æſtivis caloribus nivi, & glaciei aſſignatus aliquanto in Europa altior eſſe videtur. Quare altitudines in ſuo opere ab hoc auctore determinata, nobis aliquanto augenda videntur. Ex his nonnulla, fateor, geometrice deſinita fuerunt: notum eſt tamen geometricas operationes non ſatis prope horizontem accuratas inveniri ex refractione, qua irregulariter admodum lucem inflectit.* (1045, 1237)

„ Scopuloſi Pichinchæ verticis altitudo, inquit Bouguerius in ſuæ Peruvianæ peregrinationis hiſtoria, ea ferme eſt, quam obtinet in omnibus zonæ torridæ montibus conſtans inferior nivis terminus. Verticem hunc ſupra mare pacificum elevatum inveni hexapedas 2434. Nix multo inferius cadit: aliquando, etſi rariſſime, in urbem Quitum cadere viſa fuit; verum ea ipſa die liquatur: at in ſuperioribus perſeverat in tota ea Andium parte, quam perluſtravi. Montes nonnulli ad hunc terminum non attolluntur, alii, ut Pichincha, illum attingunt, alii plurimi altius aſſurgunt, quorum pars ſuperior perpetuis nivibus obtecta eſt, adeoque inacceſſa; ibi enim nix in glaciem concreſcit. Ejus ſuperficies interdiu liquatur quum vertex nubibus non obducitur; at ſolis vi ceſſante cruſta obdureſcit: aqua ad inferiora ſtrata permeans congelatur, nivem comprimit, & ſolidum corpus efficit. Eodem tempore & ſuperficies gelu corripitur, & ſpeculi inſtar lævis fit; quare ulterius progredi nemo poteſt. Terminus hic a pluribus pendet, unde plures varietates ſubit. Montes plærique in Peruvia proxime ad incendium parati ſunt: ferme omnes enim aut vulcani fuerunt, aut adhuc ſunt: nec vetant nives, quin tales eſſe dignoſcantur. Præterea certum eſt, quo earum baſis amplior eſt, eo majorem illis calorem communicare debere, adeoque glacici terminos removere: has enim maſſas ut alterum ſolum quotidie a ſole calefactum conſiderare oportet. At contra quo pars nive obiecta amplior eſt oppoſitum effectum parit: per circuitum enim majus frigus parit aptum paulum inferius gelu producere. Diſcrimen tamen parvum eſt, quantum mihi obſervare licuit; & inferior nivis terminus *lineam ferme horizontalem* deſcribit in omnibus Peru-

„ viæ

„ viæ montibus: quare ſolo intuitu earum al-
„ titudo dignoſci poteſt....

„ At vero ſi generali quadam ratione rem
„ expendamus, & totum orbem conſideremus,
„ linea hæc terreſtri ſuperficiei accurate paral-
„ lela non eſt; patet ſiquidem eam gradatim
„ deprimi debere quo magis a zona torrida re-
„ cedit, & ad polos accedit. Linea hæc ſub
„ æquatore attollitur ſupra mare hexapedas
„ 2434: ad zonas temperatas non attolletur
„ ultra hexapedas 2100 tranſiens per verticem
„ montis Theyde, ſeu Teneriffe, cujus hæc
„ ferme eſt altitudo. In Gallia, & in Chyli
„ altitudinem obtinebit hexapedarum ferme 1500,
„ vel 1600; & perpetuo deſcendens, quo ma-
„ gis ab æquatore recedet terræ ſuperficiem at-
„ tinget ultra circulos polares, etſi eam nos
„ æſtivo tantum tempore conſideremus.

„ Linea hæc dici poteſt *conſtans inferior ni-
„ vis terminus*; alter enim terminus haberi de-
„ bet, *ſuperior* ſcilicet, quem ne altiſſimi qui-
„ dem terræ montes attingere videntur. Si
„ quis adeo altus eſſet, ut nubes omnes verti-
„ ce ſuperaret: ſumma hæc cacumina ſuperius
„ nive carerent, ibique perpetuo cælum ſudum
„ eſſet, ut ſæpius de Olympo, de Ararat, de
„ Teneriffe fabulatum eſt. Ut quæ egomet vi-
„ di tantum referam, montes nonnulli ex iis,
„ quos noſtris triangulis complexi ſumus, uti
„ Cotopaxi, partem habent nive obtectam per-
„ pendiculari hexapedarum 600, vel 700 alti-
„ tudine. Plures alios commemorare ſuperva-
„ caneum eſſet, qui ſecus meridianam lineam
„ noſtram protenduntur, tum utrinque a fluvio
„ Magdalenæ aſſurgunt oceanum borealem ver-
„ ſus ad Martham uſque. Mons Chimborazo
„ omnium a me obſervatorum, imo & viſorum
„ altiſſimus hexapedas 3217 ſupra mare extol-
„ litur; ejus vero pars nivoſa 800 hexapedas
„ æquat. Etſi vero nubes aliquando inferius

M o „ tran-

„ tranſeant, quo ejus vertex tunc conſpici po-
„ teſt, ſæpius tamen ſuperius multo, imo &
„ aliquando 300, aut 400 hexapedas feruntur
„ quantum procul judicare potui earum altitu-
„ dinem montis a me jam emenſi dimenſioni-
„ bus comparando. Uno verbo utriuſque termi-
„ ni inferioris, & ſuperioris nivium interval-
„ lum perpendiculare ſaltem eſt hexapedarum
„ 1100, vel 1200 in zona torrida; imo altitu-
„ do hæc multo magis augenda eſt, ſi ceteris
„ nubibus illæ quoque adnumerandæ ſunt,
„ quas vulcanorum fumus efficit; hunc enim
„ hexapedas 700, aut 800 adhuc altius extolli
„ vidi. Quare ſi hic ſummus terminus ſtatue-
„ retur, & montes ſatis alti eſſent, in illis
„ appareret *zona nivoſa*, cujus initium eſſet ad
„ 2440 hexapedas ſupra mare, terminus vero
„ ad hexapedas 4400: non ſane frigoris defe-
„ ctu; quum contra certum eſt pro majore a
„ tellure diſtantia frigus augeri; ſed nubium,
„ aut vaporum tam alte non aſſurgentium de-
„ fectu".

X. Hinc fabuloſa eſſe patent, quæ auctores quidam protulerunt, montes ſcilicet eſſe, quorum vertices ſupra nubium regionem aſſurgentes a ventis, pluviis, & nivibus immunes ſunt. Plurimæ quidem nubes celſorum montium verticibus inferiores ſunt; nullus tamen eſt, ſupra quem nubes non attollantur; notorum enim altiſſimi nive obteguntur, quæ certe a vaporibus altius elevatis oriuntur. Altitudo alibi nubibus a nobis aſſignata (790) illa eſt, qua ſupra regiones, quibus imminent, non qua ſupra mare attolluntur. „ Nobis, inquit Bouguerius,
„ per tempus licuit, dum Peruviæ montes in-
„ viſeremus, dignoſcere quam hallucinentur
„ phyſici nonnulli, qui nubes a nebulis natura
„ diverſas eſſe arbitrantur. Sæpius nubes ad
„ nos uſque non attollebantur: hexapedis 500,
„ aut 600 inferiores erant, & terræ aſpectum

„ no-

„ nobis interdicebant, dum agrorum incolis cæ„ li aſpectum interdicebant. Aliquando nubes „ hæ minus graves erant, & altius aſſurge„ bant: nobis vero tunc erant nebula, in qua „ verſabamur “.

1064. NOTA. Inter ſubſtantias animales, vegetabiles, foſſiles aliæ calefaciunt, aliæ refrigerant, etſi in eadem temperie ſint. Unde hoc? Explico.

I. Alimenta quædam *calefaciunt*; ſales enim, aut ſubſtantias alias magna copia continent aptas cum humoribus noſtris fermenteſcere, adeoque aptas phlogiſticum, ſeu ignem humoribus noſtris conjunctum ſegregare, & ad actionem diſponere. Phlogiſticum hoc tunc ignis liber, & ſolutus ignis elementaris in corporis noſtris interſtitiis jacentis maſſam, & actionem auget; eo pacto, quo phlogiſticum ligno ardenti incluſum maſſam, & actionem ignis liberi in proximis ſubſtantiis contenti auget, exempli gratia, in ferreis lignorum fulcris, & in iis, qui ad ignem ſedent.

II. Alimenta nonnulla *refrigerant*: magnam quippe ſpirituum frigorificorum copiam continent, ſeu ſubſtantiarum, quæ facile igni libero interſtitiis noſtris incluſo conjunguntur; quo fit, ut ille abſorbeatur, motu inteſtino deſtituatur, phlogiſticum iners fiat. Quæ hujus ignis elementaris pars motu deſtituitur maſſam, & actionem minuit illius principii, a quo ſanguinis, & humorum motus eſt. Inde refrigerium, ſeu ignis liberi, & caloris inde orti imminutio.

SE-

SECTIO QUARTA.

THEORIA ELECTRICITATIS:

ſeu lucis, & materiæ electricæ analogia.

IN *fluido electrico* perpendemus quænam generalis ejus notio haberi poſſit, quo artificio excitetur, quæ phænomena exhibeat, quænam ſuæ actionis cauſa eſſe poſſit, quænam ejus intima natura ſit, quænam ex illo deſcendant.

Annis jam ferme quadraginta electricitas phænomena ſane mira nobis exhibet, quorum cauſa ad generale naturæ ſyſtema ſpectare videtur. Phyſica magnas inde cognitiones expectabat, medicina præſentiſſima remedia: utraque expectat adhuc. Itaque curioſitati potius, quam utilitati obſequentes aliqua de hoc principio trademus, præcipuos ejus effectus exponentes.

At lectorem monitum volumus ne demonſtrationes expectet in re, quæ conjecturas tantum, & probabilitates admittit, fortaſſe nihil unquam ulterius admittet de fluidi electrici natura, & intima actione. Electricitatis phænomena, & effectus certi ſunt: evidentibus enim experimentis confirmantur. Principium, a quo ſunt, vix divinare licet; neque enim naturam ſuam, & actionem certitudine ulla manifeſtat.

Electricitatis notio generalis.

1065. DEFINITIONES. I. *Electricitas* dicitur actio corporis apti paleas, plumas, aliaque levia corpora illi ad datam diſtantiam objecta attrahere, vel repellere; qua vi pollet *electrum*, unde *electricitatis* nomen ductum eſt, quod *vim*

attra-

attractivam, *& repulſivam* ſignificat illi ſimilem, quam in electro deprehendimus.

II. *Materia electrica* vocatur fluidum, quod motu ſuo in corporibus ſupra memoratis has attractiones, & repulſiones parit. Præclaris experimentis hac in re peractis, quorum ampliſſimam deſcriptionem invenies in operibus Nolleti, & Franklini, demonſtratum videtur, electricitatis phænomenorum cauſam eſſe *ſimultaneum tenuiſſimæ materiæ ubique præſentis*, *& ex propriorum radiorum conflictu inflammabilis effluxum*, *& affluxum* (*a*). Quæcumque ſit hujus materiæ natura, oſtendere conabimur, tenuem hanc materiam, fluidum hoc electricum veroſimiliter nihil aliud eſſe præter elementum ignis puri, aut corporibus conjuncti; adeoque a luce non eſſe diverſum (1051).

III. *Corpus electrizatum* illud dicitur (*b*), in quo fluidum electricum excitatum eſt, & ad actionem paratum ſive hoc naturæ, ſive artis miniſterio fiat; illud ſcilicet, quod ambientia corpora attrahere, & repellere paratum eſt.

Etſi fluidum electricum ſit ubique circa corpora, & intra corpora diffuſum, non ſemper tamen, & ubique in corporibus agit; nec ſemper ſuæ actionis proprias attractiones, & repulſiones exercet. Non ideo corpus electrizatum eſt unice, quod fluidum electricum contineat: ut.

(a) *Hac ſuper re, quæſo, quæ in appendice inferius a nobis poſita ſunt, lector, conſule.* Interpres.

(b) *In re nova ad obſcuritatem, & æquivocationem vitandam, tum ad longas verborum ambages declinandas novis vocibus uti vitio mihi non vertetur*: Propter egeſtatem linguæ, & rerum novitatem, *ut Lucretius ajebat*. Interpres.

ut electrizatum ſit, debet fluidum electricum, quo circumdatur, aut imbuitur, ad actionem excitari peculiari modo aliquo ex iis, quos indicabimus.

Modi duo electrizandi.

1066. OBSERVATIO. Corpora omnia electrizari poſſunt; non tamen omnia eodem modo, eodemque artificio electrizantur. Corpora in ordine ad electricitatem conſiderata in duas genericas claſſes dividi poſſunt: *in corpora affrictu, & in corpora communicatione electrizabilia*. Quum prima ſint cauſa electricitatis in poſtremis, illa *electrica*, hæc *non electrica* dicta fuerunt.

I. Corpora nonnulla *vim electricam affrictu* obtinent: hujuſmodi inter cetera ſunt vitrum, cera Hiſpanica, ſulphur, gummi, reſina, ſericum, omnium ferme animalium pili, lignum oleo imbutum, & in furno exſiccatum. Nemo ignorat, vitreum tubum diametro pollicis, aut ſemipollicis vim electricam nanciſci, ſeu vim levia corpora attrahendi, & repellendi, ſi vehementer manu, panno, charta rudi juxta longitudinem perfricetur: atque id ipſum in cera Hiſpanica eodem modo perfricata contingere.

II. Nonnulla alia corpora, uti metalla, carnes animalium, lapides, terra, aqua, lignum in naturali ſuo ſtatu *affrictu* non electrizantur, aut ſane minimam electricitatem obtinent; at *communicatione* electrica fiunt; hoc eſt ea corpori vehementer affrictu elactrizato approximando, aut illud leviter tangendo, a quo in illa electricitas transfunditur.

III. Corpora, quæ maximam electricitatem affrictu obtinent, minimam obtinent communicatione. Exempli gratia, vitrum, quod optime affrictu electrizatur, vix, aut ne vix quidem electricitatem excipit quum globo vitreo affri-

ctu

ctu electrizato, aut corpori animali, aut foſſili communicatione electrizato admovetur. Et viciſſim corpora, quæ communicatione electrica fiunt, vix affrictu electricitatem ullam acquirunt. Exempli cauſa, corpora metallica, quæ maximam vim electricam communicatione obtinent, affrictu quovis vix, aut ne vix quidem electrizantur.

1067. NOTA I. Ut corpus non electricum, aut tantum communicatione electrizabile electrizetur, *ſolitarium* ſtatui debet, & fluidum electricum illi per *conductorem* tranſmitti debet (*Fig.* 100).

I. *Corpus non electricum ſolitarium ſtatuere* eſt illud ab omni corpore non electrico ſeparare ita, ut nulli corpori communicatione electrico communicet. Corpus non electricum, puta, brutum, metallum, aqua, tunc ſolitarium eſt, quum fulcris origine electricis inſiſtit, cujuſmodi ſunt vitrum, ſericum, gummi, ſulphur, lignum in oleo frixum, & in clibano excoctum. Exempli cauſa, homo I K inſiſtens maſſæ reſinæ, aut ſulphuris, aut funiculis ſericis, ſolitarius ſtatutus eſt; nulli enim corpori communicatione electrico communicat; aer enim ambiens, & fulcrum, cui inſiſtit, affrictu tantum electrica fiunt. Ita virga ferrea A B in aere filis ſericis ſuſpenſa ſolitaria redditur: aeri enim dumtaxat, globo vitreo V D, & filis ſericis communicat, quæ corpora fluidum electricum communicatione non admittunt.

II. *Conductor* dicitur corpus, quod fluidum electricum a corpore affrictu electrizato ad corpus, quod communicatione electricum fit, deducit. Exempli cauſa, catena metallica D C, quæ globum vitreum tangit fimbria aurea, aut argentea, aut bracteola ærea D, eſt conductor electricitatis ad virgam ferream, ſeu fiſtulam bellicam, vel tubum ferreum ſtamno obductum A B. Virga hæc, aut tubus iſte metallicus erit

rit conductor ad catenam ferream, ſeu filum ferreum M N. Catena hæc, ſeu filum M N erit conductor ad hominem I K fulcro electrico inſiſtentem. Conductores omnes, ut electricitatem tranſmittant, ſolitarii ſtatui debent.

III. Corpora quoque origine electrica ſolitaria ſtatui debent, ut facilius electrica fiant, & electricitatem diutius ſervent. *Corpus electricum origine ſolitarium ſtatuere* eſt illud ab omni corpore non electrico ſeparare, ſeu illi omne cum corpore communicatione electrico commercium interdicere. Exempli cauſa tubus, ſeu globus vitreus electrizatus ſolitarius erit, ſi vitreo, aut ſerico fulcro imponatur. Ita globus vitreus V D ſuis axiculis inſiſtens ſolitarius eſt; ab axiculis enim ſeparatur ingenti picis idioelectricæ ſtrato, quæ ſcilicet communicatione electricitatem non admittit.

1068. NOTA II. Electricitas in corporibus tum electricis, tum non electricis ad actionem excitatur aut arte, aut natura ipſa excitante. Itaque tum parva *electricitatis artificialis* phænomena, tum magna *electricitatis naturalis* perſequemur. A primis exordiemur, a quibus ad poſtrema cognoſcenda via nobis ſternetur.

Machinæ electricæ, ut & pneumaticæ inventor fuit Otho Guerrikius: utraque ſubinde a phyſicis perfecta fuit. In ſequentibus experimentis machinæ electricæ conſtructionem notam ſupponemus: conſtat hæc ingenti rota, cujus revolutione globus vitreus circa axem convertitur: hic affrictu electricus effectus electricitatem corporibus non electricis origine ipſi admotis communicat.

AR-

ARTICULUS PRIMUS.

ELECTRICITATIS ARTIFICIALIS PHÆNOMENA.

1069. EXPERIMENTUM I. G*Lobum vitreum V D electrizare*. (*Fig.* 100).

EXPLICATIO. Volvente velociter rota machinæ electricæ globus vitreus V D velocius circa ſuum axem convertitur, & a manu ſibi impoſita perpetuo perfricatur.

I. Quum vitrum corpus ſit affrictu electricum, globus electricus efficitur, & maximam hac ratione electricitatem acquirit: aptus itaque fit attractiones, & repulſiones ſuas exercere in diverſa corpora communicatione electrica, quæ illi admoveantur.

Si globus hic non vitreus eſſet, ſed metallicus, nullam, aut ferme nullam vim electricam aſſequeretur: metallum enim, quod communicatione optime electricum fit, non item affrictu fit electricum.

II. Dum globus celeriter circa ſuum axem rotatur neque catenæ D C, neque alii corpori communicatione electrico communicans, perpetuus manuum affrictus fluidum electricum ambiens, & a quo penetratur, excitat, hoc vero in globo, & circa ipſum abundanter accumulatur, quin effugiat; globus enim ſolitarius eſt (1067), neque ulli proximo corpori fluidum electricum impertiri poteſt: nequit enim manus perfricans, quæ electricitatem illi præbet, ipſam auferre.

III. Si quum globus magna fluidi electrici copia imbutus eſt, manus E, vel clavis F illi proxime admoveatur, quin tangat, manus non levem *commotionem* ſentit, quam *crepitus* comitatur, & *ſcintilla* manum inter, & globum.

Idem

Idem contingit quum clavis admovetur. Manus, & clavis communicatione electricæ fiunt; & vapor effectricus a globo ad manum, & a manu ad globum pergens (*a*), *reciproco ictu* phænomena edit commotionis, crepitus, & inflammationis modo memorata.

Si pro manu, aut clavi, fruſtum ceræ Hiſpanicæ, aut vitri globo admoveretur, eadem phænomena, ita perſpicua ſaltem non apparerent; corpora hæc enim, quæ optime affrictu electrica fiunt, communicatione non item electrica evadunt. Non itaque idem habebitur effluentis, & affluentis materiæ electricæ conflictus inter globum electricum, & corpora hæc non electrica.

1070. EXPERIMENTUM II. *Experimentum Hauxbei efficere, atque perpendere* (*Fig.* 102).

EXPLICATIO. Sit globus vitreus GG, & ingens *armilla ferrea*, aut lignea AB. In centro globi ope virgulæ ferreæ rotulam ſtatues R ex ſubere tenuibus filis ſericis inſtructam. Fila ſimilia armillæ AB alligabis, quam ita globo admovebis, ut ab ejus ſuperficie diſtet ubique pollices ſex, aut ſeptem. His diſpoſitis in globo electricitatem excita, ut in præcedeni experimento. Celebre illud experimentum habebis, quod ab *Hauxbeo* auctore nomen accepit.

I. Quum globus frictione ſatis electricus fuerit, ceſſa, & globum ſiſte. Fila omnia, quibus rotula inſtructa eſt videbis undequaque ad globi æquatorem tendere radiorum inſtar divergentium R *r*.

II. Probabile admodum eſt, filum RC, exempli gratia, ſurſum contra gravitatem ſuam non

(*a*) *Ab his quoque, ut & a ſequentibus ad ſupra in notis memoratam Appendicem inferius addendam appello.* Interpres.

non tendere, niſi quia illuc ab effluvio electrico propellitur a rotula R ad globi æquatorem emiſſo: eo ferme pacto, quo filum in procurrentem rivum demiſſum aquæ curſu abripitur.

Dum globi vis electrica adhuc ferme tota perſeverat, digitum ad aliquot policum dictantiam globo admove. Filum, quod e digiti regione eſt, puta filum R C, inflectetur, & recedet, quaſi vero ad globi centrum repelleretur; quum vero digitus removebitur, filum iterum priſtina directione R C ad globi æquatorem erigetur.

Probabile admodum eſt, filum hoc re ipſa ad centrum globi repelli ab electrico effluxu a digito per vitri poros penetrante. Filum hoc inter *duos oppoſitos materiæ electricæ effluxus* conſtitutum, quorum alterum a C ad R fertur, alterum ab R ad C inflecti, & recedere, ut utriuſque effluvii ſimultaneæ actioni obſequatur, quorum alterum affluens eſt, alterum effluens.

III. Globi electricitate adhuc perſeverante armillam A B globi G G æquatori parallelam ſtatue. Fila omnia ſerica armillæ alligata ad centrum globi radiorum convergentium inſtar dirigentur, dum fila rotulæ R aligata radiorum divergentium inſtar ad globi æquatorem dirigun-tur.

Probabile admodum eſt, fila ſerica armilla A. B omnia contra gravitatem ad globi centrum dirigi, quod illuc a *materia affluente* dirigantur, quæ ab armilla, & aere procedens ad globum electricum feratur; & fila rotulæ R ad æquatorem globi tendere, quod illuc *a materia effluente* dirigantur, quam a globi centro ad ejus ſuperficiem, & extra ſuperficiem feratur.

Duplex hic ſimultaneus materiæ affluentis, & effluentis excurſus in phænomenis electricis novis adhuc probationibus in ſequentibus experimentis confirmabitur.

1071. EXPERIMENTUM III. *Virgam ferream A B electricam reddere*, (*Fig* 100)

EX-

EXPLICATIO. Virgam ferream A B duobus, aut tribus funiculis ſericis laqueari alligatis ſuſpende ita, ut virga hæc in aere ſolitaria ſtatuatur, nec ulli corpori communicatione electrico communicet (1067). Ad punctum C catenam ferream CD ſuſpende bractea metallica in D terminatam, quæ bractea ſola gravitatione ſua æquatori globi vitrei VD inſiſtet. Globus hic affrictu electricus effectus electricam communicatione efficiet bracteam D, catenam DC, & virgam A B. (In hoc experimento phiala A L, catena MN, homo IK, altera catena TO, filum *mn* ablata cenſeri debent); virga vero ferrea A B, cujus loco vel fiſtula bellica, vel tubus ferreus ſtamno illitus adhiberi poſſet, adnexam tantum habere debet catenam C D, cui ſi lubet, filum ferreum ſubſtitui poteſt.

I. Fluidum electricum in globo V D ſupra axem rotato, & manu continenter perfricato excitatum excurrit in bracteam D, in catenam D C, in virgam ferream A B, quæ corpora communicatione electrica ſunt. Fluidum hoc magna copia in catenam, & virgam ferream congregatur; propterea quia aer, ſericum, & vitrum, quæ tantum corpora virgæ, & catenæ ferreæ contigua ſunt, communicatione non ſunt electrica.

II. Si virga ferrea laqueari, aut parietibus catena ferrea, aut filo metallico, aut funiculo canabino madefacto ſuſpenderetur, electrica non fieret; quum enim hæc ſuſtentacula communicatione electrica ſint, vapor electricus per catenam DC continenter in virgam ferream A B excurrens, in hac non ſiſteret, ſed perpetuo ab ipſa effugeret ad lacunar, ad parietes, ad pavimentum: unde nulla, aut inſenſibilis eſſet ejus actio in virgam ferream A B, & in catenam D C. Ut ergo virga hæc electrica fiat, *ſolitaria* ſtatui debet, ſeu ab omni corpore communicatione electrico, & apto fluidum electricum illi a globo tranſmiſſum adimere ſejuncta.

1072.

1072. PHÆNOMENA. Virga ferrea ita ſolitaria, & electrica plura phænomena exhibet obſervatione digna, quæ exponere pergimus.

I. Si cuicumque virgæ ferreæ puncto digitus citra contactum admoveatur vehemens *commotio*, ſeu punctura perſentitur: hanc *inflammatio* comitatur, quæ in lucidas ſcintillas explicatur, & *crepitus* ſatis ſenſibilis.

Horum effectuum veroſimiliter cauſa eſt ſimultaneus duorum effluviorum conflictus, quæ directione oppoſita erumpunt alterum a digito in virgam, alterum a virga in digitum. Effluvia hæc natura maxime inflammabilia re ipſa ſuccenduntur *ſuorum radiorum conflictu* celerrimo motu agitata: hinc commotio, ſcintilla, crepitus. Commotio a virga electrica in digito excitata vehementior eſt, quam quæ a globo electrizante fiat: ceteris enim paribus, *electricitas communicatione acquiſita ea fortior eſt, qua affrictu comparatur*.

II. Si conductor DC ſit filum ferreum continuum, fluidum electricum inſenſibiliter a globo per filum ad virgam fertur. Si vero conductor DC catena ſit exiguis anſulis conſtans, fluidum electricum ab anſula ad anſulam ſaltu fertur, crepitat, & ab anſula, ad anſulam tranſiens in tenebris apparet; certe quia tunc inter anſulas materiæ electricæ affluxus, & effluxus datur, anſula qualibet effluvia electrica emittente; quæ effluvia in hoc tranſitu, ſimul confligunt.

III. Quum virga ferrea vehementer electrica eſt, aliquando, raro tamen, *ſcintillas ſpontaneas* emittit: quæ ſcilicet ſponte, nullo alterius corporis accedentis incitamento, erumpunt,

Effluvium electricum jam nimia copia accumulatum e corpore electrico A B erumpens violenter in aereas particulas incurrit: hinc crepitus: incurrit quoque in effluvium electricum ab aere in virgam electricam incurrens hinc duorum oppoſi-

poſitorum, & maxime inflammabilium effluviorum accenſio.

III. Si pulviſculus aliquis virgæ A B priuſquam electrica fiat inſpergatur, veluti furfur, pulvis Nicotii, aliuſque hujuſmodi probe ſiccus; quum virgæ electricitas communicabitur pulvis hic avolabit a fluido electrico *effluente* abreptus; pars vero tenujor pulveris virgæ adhærens perſiſtet a fluido electrico *affluente* detenta. Unde conjici poſſet, materiam effluentem extra corpus electricum abire per pauciora interſtitia, ſed magis patula; materiam vero affluentem illud corpus ingredi pluribus, magiſque arctis interſtitiis. Materia affluens divergens eſt *a b*, affluens vero convergens *r ſ*; ſicuti Hauxbei experimentum probat (1070). Effluvia hæc duo *a b*, *r ſ* invicem commiſcentur, quin perturbentur in ſuo curſu, ad lucis ſimilitudinem. (863)

Si idem pulviſculus chartæ G imponatur, & virgæ electricæ admoveatur, ibunt pulveris particulæ ad virgam, a virga ad chartam redibunt & hoc iteratis vicibus: ſicuti aliæ fluido effluenti, aliæ affluenti ſunt expoſitæ.

IV. Si chartæ tenuiſſima auri bractea imponatur, & virgæ electricæ, manu chartæ ſuppoſita, admoveatur: bractea inter oppoſita effluvia, affluens ſcilicet, & effluens conſtituta in aere ſuſpenſa perſiſtet motu quodam undulatorio virgam inter, & chartam; ſi vero charta ab M in T, & a T in M transferatur, bractea iter per aerem ſequetur inter virgam, & chartam progredientem ſaltitans; alternatim ſiquidem duobus oppoſitis, & ferme æqualibus effluviis obnoxia eſt, a quorum altero elevatur, ab altero deprimitur.

V. Si manus inverſa virgæ extremitati admoveatur, tenuis veluti ventus frigidulus ſentietur: hancim preſſionem efficit fluidi effluentis impulſus, qui e virga in manum divergens incurrit, ut in P exhibetur.

Si

Si naſus in B prope floccum, ſeu effluvium electricum ſtatuatur, tenuis odor phoſphori, aut allii odori ſimilis ſentitur. Idem ventus, idemque odor ad extremum digitum hominis ſolitarii, & electrici ſentiretur.

VI. Si conductori AB duo vel tres exigui globi ſuberis ſuſpendantur, alter tenui filo metallico, alter filo ſerico ita, ut globi æque alti ſint & pollicem ferme invicem diſtantes; primus electricus fiet, alter non item, conductore A B electricitatem primo, non item alteri tranſmittente. Tunc vero globus non electricus initio a perpendiculo recedet, & ad globum electricum accedet, a quo in illum ignis ſuus electricus immittitur. Dein globus, qui electricitate accepta electricus effectus eſt, repellitur, & a perpendiculo recedens ab altero globo, a quo electricitatem accepit, remotior, quam antea, perſeverat. Hinc apparet, eadem corpora modo ſeſe invicem attrahere, modo repellere; & corpus omne communicatione electricum effectum recedere, aut niſi recedere ab eo, a quo electricum effectum fuit.

VII. In tenebris ab utroque virgæ extremo A, & B radii lucidi, & divergentes erumpunt floccorum inſtar: magnam *hoc fluidum electricum inter, & lucem analogiam* indicat.

VIII. Si extremitati B acuminatæ liquor valde inflammabilis admoveatur, puta ſpiritus vini, liquor iſte accenditur actione materiæ effluentis, qua afficitur: magnam *hoc fluidum electricum inter, & ignem analogiam* indicat.

IX. A virga ferrea jam vehementer electrica globi rotatione intermiſſa, ſcintillam educ: virga magna ex parte electricitatem amittet: exceſſus enim vaporis electrici, quo abundabat aut illico in corpus admotum transfertur, aut illico ex ictu per aerem diſſipatur.

X. Quum virga ferrea vehementer electrica effecta eſt, ſi ſolitaria relinquatur nullo corpore,

communicatione electrico illi admoto, diutius electricitatem ſervat, quæ ſubinde paulatim diſſipatur. At ſi ad aliquam diſtantiam illi *ferrum acuminatum*, *& ſolitarium* admoveatur, brevi fluidum electricum redundans exuet, quod ad ferreum hoc acumen tranſmittet, in quod in tenebris colligi ſub lucidi faſciculi figura conſpicietur.

1073. EXPERIMENTUM IV. *Hominem, aut animal quodvis electricum reddere.* (*fig.* 100)

EXPLICATIO. Hominem I K ſupra reſinæ maſſam, ſeu ſupra ſericum reticulum, aut ſupra lignum in oleo frixum, & in clibano exſiccatum ſtatue. Hic catenam, ſeu filum ferreum M N manu teneat, quod virgæ ferreæ A B vehementer electricæ communicet.

I. Fluidum electricum in virga A B collectum catenæ M N, & homini I K communicatione electricis communicatur.

II. Homo I K fluidum electricum, quod obtinet, non niſi ſubjectæ baſi, vel aeri ambienti communicare poteſt. At baſis hæc ſerica, aut ex pice, aut ex vitro, aut ex ſulphure, aut ex ligno in oleo frixo, & in clibano exſiccato non eſt corpus communicatione electricum. Debet ergo fluidum electricum perpetuo in hunc hominem fluens in ipſo accumulari, donec plenitudinis exceſſus diſſipationem pariat ferme novæ quantitati æqualem, quam continenter ſuſcipit, quo magis electricitas aucta in ipſum agere pergit, & novum fluidum immittere.

III. Si homo I K non ſolitarius eſſet, nec baſi, de qua ſupra, inſiſteret, ſed pedibus, aut manibus, aut veſtibus corpora contingeret communicatione electrica, puta ſolum, aut terram, electricus non evaderet; vapor enim electricus a globo collectus, & per conductores D M N in hominem I K immiſſus, in illo non ſiſteretur, ſed illico ad corpora, quibus communicat, tranſiret, & ab his ad terram, ubi in immenſum diſperſus non amplius ſenſibilis evadit: ſicuti

cui-

cuivis motui contingit nimia communicatione diviſo.

IV. Si in T ſuſpenſa eſſet filo metallico cavea ferrea, hæc electrica fieret, ut & animal quodvis illi inclusum: corpora hæc enim vaporem electricum admitterent, nec ulli alii corpori communicarent.

V. Si in T quatuor catenis ferreis ſuſpenderetur tabula ferrea, vel lignea Z X terra, & fimo onuſta, unde flores, & plantæ ali poſſent; tabula, & corpora illi impoſita electrica pro libito fieri poſſent: & electrizatione perſeverante per plures dies obſervari poſſet quid electricitas influat in germinum explicationem, & in plantarum augmentum. Facile intelliges rota ab aqua converſa globum V D per integros menſes electricum haberi poſſe.

1074. PHÆNOMENA. Actio fluidi electrici in homine ſolitario, & electrico IK ſignis non dubiis apparet, quorum rationem reddere pergimus.

I. Ejus capilli eriguntur, & horreſcunt, fluidum enim electricum, quo imbutus eſt, & qui per capillorum canaliculos excurrit, per lineas rectas, & divergentes erumpere nititur (1070). Eadem ratione ſi in H illi floccus lineus, aut laneus affluatur, flocci filamenta movebuntur, & erigi nitentur ſatim ac electricitas communicari incipiet, præſertim ſi lamina metallica flocco admoveatur.

II. Homo I K eadem exhibet phænomena, quæ a virga ferrea produci ſuperius vidimus (1072). Si enim ſummus digitus ejus manui, naſo, cruribus, capillis, veſtibus admoveatur, eadem perſentitur *commotio*, idem *crepitus*, eadem *inflammatio*, ſive ſcintilla ibi memorata. Ejus digitus Z ſpiritui vini tepenti admotus illum ſuccendit non ſecus, ac cuſpis B virgæ ferreæ electricæ.

III. Si idem homo ſolitarius, & electricus manu Z teneat cochleare plenum tepente ſpiri-

tu vini, & alter quiſpiam non ſolitarius digitum celeriter huic liquori admoveat, quin tangat; ſpiritus vini ſuccenditur ex conflictu effluvii electrici a ſpiritu vini in digitum, & a digito in ſpiritum vini incurrentis.

IV. Si idem homo electricus manu quempiam non ſolitarium leniter perfricet, qui veſte auro, aut argento intexta indutus ſit: hæc ubique ſcintillas edet, nec iſta tantum, ſed aliæ quoque aliorum ſimiles veſtes, modo illam contingant. Scintillæ hæ vero acribus puncturis homines illis veſtibus indutos afficiunt. Hic apparet, *fluidum electricum ſubſtantias metallicas præ ceteris ſequi*. Hæ vero ſcintillæ ab eadem cauſa oriri videntur, a qua illæ oriuntur, quæ in catena exiguis auſulis intexta apparent, de qua alibi egimus (1072), a conflictu ſcilicet duorum effluviorum electricorum, quæ a duobus filis aureis, aut argenteis in veſte proximis, non contiguis invicem incurrunt.

V. Si decem, aut triginta, aut centum homines non ſolitarii ſe omnes manu teneant, & ſeriei primus digitum aut virgæ electricæ A B, aut homini electrico I K admoveat; omnes eodem tempore, eademque vi commotionem electricam ſentiunt.

VI. Quum electricitas maxima copia in homine I K accumulata eſt; jam in illo non amplius augetur. Debet ergo fluidum electricum quovis momento adveniens, globo perpetuo rotato, æqualem præcedentis fluidi portionem expellere; hoc vero ſeſe procul per aerem diſſipans per radios divergentes ſecum ſubſtantias volatiles avehere debet, & illis hominem, a quo excedit, evacuare. Hinc ſenſibilis ponderis imminutio, quam Nolletus in pluribus liquoribus, fructibus, plantis, ſubſtantiis animalibus, brutis viventibus ante, & poſt diuturnam electrizationem accurate appenſis deprehendit.

1075. NOTA. Corpora viventia, *animalia* ſci-

ſcilicet *proprie dicta* affrictu non fiunt electrica; ſed *materiæ quædam animales*, uti ſericum, capilli, pili, ungues, cornua, oſſa affrictu dant ſigna electrica.

Per hos dies nemo ignorat, ſcintillas excuti a fele in tenebris manu ſupra tergus perfricato: equos quoque ſtrigile, & ſetis perfricatos ſcintillas edere, quibus electricitatis ignarus deterreri poſſet. Brutum quoque ſibi electricitatem excitare poſſe, ſi ad præſepe, aut ad parietem pilum affricet. Hinc fabula *lemurum*, qui nonnullos equos prædiligere dicuntur, & in eorum pelle coruſcantes apparere putantur.

Si feles, aut equus raſi eſſent, quum perfricantur electrici non fierent: pellis enim, & caro non affrictu, ſed tantum communicatione electrici fiunt.

1076. EXPERIMENTUM V. *Aquam in phiala contentam electricam reddere, ſeu experimentum Lugduno-Batavum efficere.* (*fig.* 100)

EXPLICATIO. Phiala ex tenui vitro aqua ad collum uſque repletur, exigua limaturæ ferri quantitate in illam infuſa. Phiala ſubere obturatur, filo ferreo trajecto, & in illo infixo, ita ut ferri pars aquæ immerſa ſit, pars altera emineat extra phialam in uncum deſinens. Phiala hæc L virgæ electricæ A B ſuſpenſa, & hominis manu non ſolitarii ſuſtentata dum electrica fit, electricitatem cum aqua incluſa concipiet; & miram vim actioni fluidi electrici per conductores omnes D C, A B, A r illi communicantes impertietur. Dicitur hoc *experimentum Lugduno-Batavum* quod a tribus illuſtribus ejuſdem urbis civibus celebritatem adeptum ſit; a Cuneo, a quo caſu inventum fuit, & a Muſchenbroekio, & Allamano, qui illud anno 1746. ad regiam ſcientiarum Academiam retulerunt.

Experimentum Lugduno-Batavum, & experimentum Malliacenſe, de quo infra, in re electrica epochæ ſunt; primum quidem, quia vim

electricam immenſum auget, & omnia ejus phænomena illuſtriora efficit, commotionem, crepitum, ſcintillas; poſtremum vero, quia electricitatem detexit, & magna phænomena inde orta. Hic de prima tantum agimus.

I. Si phialam L manu tenens, altera in puncto quovis *r* uncum ferreum contingas, aut virgam electricam in puncto quovis A; ingentem commotionem in brachiis, in pectore, in toto corpore experieris: quæ quoque ſubeunti noxia eſſe poteſt, quum columbos, gallinas, aliaque parva animalia enecare poſſit, ut alibi explicabimus. Cetera phænomena electrica, uti attractiones, repulſiones, flocci, ſcintillæ, crepitus a phiala Lugduno-Batava effecta, vehementiora omnia ſunt: quod multo majorem fluidi electrici hoc experimento aggregati vim indicat.

II. Phiala ipſa etſi ab homine non ſolitario ſuſtentata electrica fit, & attractiones, commotiones, ſcintillas edit in corporibus non electricis illi admotis. At effectus electrici ab ipſo phialæ vitro parti languidiores ſunt, quam qui à filo metallico *r* A, vel a virga AB, vel a conductore primo DC procedunt. Probat hoc, electricitatem minus validam eſſe in phiala, quæ corpus eſt idioelectricum, quam in conductoribus, qui corpora ſunt communicatione tantum electrica.

Negotium non leve eſt phialæ hujus electricitatem explicare, quæ quum affrictu tantum electrica fieri poſſit, nullum hic affrictum ſubire videtur; quæque corpori non ſolitario, manui ſcilicet ſuſtentanti, continenter communicans, perpetuo electricitatem ammittere, illam ad terram tranſmittendo, deberet. Probabile eſt, fluidum electricum magna copia ad phialam a conductoribus DC A*r* advectum globo VD illud ſuggerente, violenter in phialæ latera interiora agere, ibique id efficere, quod vehemens affrictus præſtaret. Fluidum electricum intra phia-

lam

lam accumulatum per vitri poros violenter erumpit; & fluidum electricum illius, qui phialam ſuſtinet, irruit in extimam phialæ ſuperficiem, ubi quædam veluti athmoſphæra electrica efficitur, quæ & intra phialam permeet, & in corpora non electrica phialæ communicantia. Quare nam phialæ electricitas, ut in quovis vitro, a duplici materiæ effuentis, & affluentis concurſu non haberetur? (*)

III. Tanta aliquando in phiala eſt electricitatis vis, ut vitrum crepitu pertundat nulla ſciſſura, ſed foramine rotundo, aut conico: non ſecus ac ſi hoc phialæ punctum foco ſpeculi cauſtici expoſitum fuiſſet, a quo vitrum fuſum fuiſſet.

IV. Aqua phialæ electrica effecta eſt, ſicut & vitrum, quo continetur, & conductores illuc fluidum electricum advehentes: aqua enim corpus eſt communicatione electricum. Si celeriter aqua hæc in vas vitreum, aut in Sinenſem teſtam effundatur, diutius electricitatem ſervat; vaſa enim, quibus excipitur, communicatione non ſunt electrica.

V. Phiala hæc electrica, & fulcro communicatione electrico impoſita diutiſſime electricitatem ſervat, diutius vero, quam fulcro idioelectrico impoſita. Exempli cauſa, fulcro metallico impoſita, aliquando etiam poſt horas 30, aut 36 perſpicua edit electricitatis ſigna: multo vero citius electricitatem amittit, ſi vitro, pici, ſerico, ceræ Hiſpanicæ inſiſtat. Quum vehementius phiala fiat electrica, ſi dum electrizatur a corpore non electrico ſuſtentetur, quam

(*) *Quia nec hic, nec alibi habetur duplex hic materia affluentis, & effluentis concurſus, iterum ad appendicem appello.* Interpres.

quam ſi ſolitaria ſit; ita & diutius non ſolitaria, quam ſolitaria electricitatem ſervat. Fluidum, quod continenter a fulcro non electrico excipit, partem illius compenſat, quod temporis decurſu amittit. —

1077. NOTA. Præcipua phialæ hujus proprietas eſt mira vis illa, quam fluido electrico tribuit, unde & validiores effectus habentur.

At ut maxima ſit fluidi hujus in phiala vis, *circulus electricus* haberi debet, corpus ſcilicet, ſeu ſeries corporum, quæ hinc ad phialam, illinc ad eius conductorem terminetur. Exempli cauſa, habetur circulus electricus A L R; quum manu una phialam tenens, altera, digito unco admoto, ſcintillam educo. In tribus quoque ſequentibus experimentis circulus electricus habebitur.

Vehemens commotio a phiala excitata ex eo eſt, quod fluidum electricum phialam ſuſtinentis, & ſcintillam educentis vehementer, & ſimultanee confligit hinc cum fluido electrico e conductore erumpente, illinc cum fluido electrico a phiala erumpente. Re ipſa effectus iſte ab ea commotione non differt, quam in ſcintillis aut a globo V D, aut a virga electrica A B ſine phiala, & ſine circulo electrico educendis experimur: res tantum verſatur inter magis, & minus.

Quod in hoc experimento magis mirum eſt in eo ſitum eſt, quod conductores circulum electricum efficientes, & fluidi actionem a phiala ad uncum tranſmittentes non neceſſe ſit eſſe ſolitarios. Fluidum illos permeans breviore via a conductore ad phialam procedit, & a phiala ad conductorem, quia in tranſitu corporibus communicatione electricis, & conductori contiguis communicatur; ut in ſequentibus experimentis apparebit,

1078. EXPERIMENTUM VI. *Commotionem electricam phiala Lugduno-Batava in hominibus*

qui-

quibuſcumque circulum electricum efficientibus excitare.

EXPLICATIO. Sint homines, ſi lubet, ducenti, vel trecenti non ſolitarii omnes invicem inſertis manibus, ita, ut primus phialam electricam L manu teneat, altera manu hominis manum ſibi proximi; ſeriei vero poſtremus manu una penultimum tenens, alteram R unco A r e phiala extanti admoveat.

Quo temporis momento hic extremum digitum unco, vel conductori phialæ electricæ admovet, homines hi omnes ab eo qui phialam ſuſtinet ad eum, qui ſcintillam educit in r, aut in A vehementiſſimam in brachiis, in pectore, in toto corpore, in juncturis præſertim commotionem ſentiunt, nullo inter primi, & ultimi commotionem diſtincto temporis intervallo.

Id ipſum experietur qui circulo electrico medius illum dirigit, modo & hic, ut ſeriei primus, & poſtremus, phialæ communicet. Neque enim *circulus electricus* figuræ circulari alligatus eſt: ſatis eſt linea quavis perpetuam inter phialam, & ejus conductorem communicationem haberi.

Mira profecto fluidi electrici velocitas eſſe debet, quod ſimul & a phiala, & a conductore diverſis directionibus erumpens eodem ſenſibili inſtante in tanto hominum numero confligit.

1079. NOTA. Aliud huic re ipſa ſimile experimentum effici poteſt. In clauſtro, vel in magna planitie duo fila ferrea longa ſingula hexapedas 3000, vel 4000 ita diſponantur, ut quatuor eorum extrema non procul a phiala ſint. Hæc, quæ ſolitaria ſtatuere non intereſt, & vel ſolo, vel arborum ramis innixa eſſe poſſunt *circulum electricum* circa phialam efficient, modo diſponantur ut indicabimus.

Sint circa phialam electricam homines tres:

horum unus manu phialam teneat, altera manu primi fili extremitatem: alter primi fili alteram extremitatem una manu, & altera alterius fili extremitatem teneat; tertius alteram hujus fili extremitatem manu tenens illam phialæ unco admoveat. Jam, ut patet, habebitur circulus electricus, ſeu corporum communicatione electricorum ſeries perpetua inter phialæ vitrum, & ejus uncum.

Eodem ſenſibili momento temporis tres hi homines vehementem commotionem ſentiunt, etſi fluidum electricum, a quo excitatur, neceſſario tres, aut quatuor mille hexapedas percurrere debuerit, ut hæc fila percurrat; ſive ut ab extremis duobus viris, quorum alter phialam ſuſtinet, alter ſcintillam educit ad medium oppoſita filorum extrema ſuſtinentem perveniat, per quæ fluidum excurrit, & hominem afficit. *Magna ſane inter fluidi electrici commotiones excitantis, & fluidi animalis ſenſationes efficientis celeritatem ſimilitudo intercedit.*

Nihil intereſt, utrum fila hæc ſolitaria ſint, an ſecus; obſervationibus enim conſtat, *in experimento Lugduno-Batavo fluidum electricum breviore via procedere quin ad alia corpora circulum electricum efficientia divergat.* Principium eſt hoc certum, & inconcuſſum; etſi difficile ſit ejus rationem reddere.

1080. EXPERIMENTUM VII. *Trans fluvium, aut ſtagnum per aquam, quæ conductoris vices gerit, & pars ſit circuli electrici, electricitatem tranſmittere.*

EXPLICATIO. Homines duo ſint prope phialam vehementer electricam: alii duo ad oppoſitas oras ingentis, & placidi ſtagni triginta, aut quadraginta hexapedas lati: duo quoque ſint fila ferrea ita longa, ut a phiala ad ſtagnum pertingere poſſint.

Homo phialam una manu, altera unius ex filis ferreis extremitatem teneat: alter homo

pro-

prope aquam ſitus una manu alteram hujus fili extremitatem tenet, manum alteram aquæ immergit.

Tertius homo ad alteram ſtagni ripam manum aquæ immergit, altera manu alterius fili extremitatem unam tenet; quartus homo alteram hujus fili extremitatem arripiens illam phialæ unco admoveat, & ſcintillam educat.

Eodem ſenſibili temporis momento quatuor hi homines vehementem commotionem ſentiunt: hæc vero non habetur ſi alter ex iis, qui ad ſtagnum ſunt, manum aquæ immerſam non habeat quum ſcintilla educitur: oſtendit hoc, aquam ſtagni conductorem eſſe, & *circuli electrici* partem. Fluidum electricum breviore via procedit a manu aquæ immerſa ad alteram manum aquæ immerſam per aquæ filum hiſce manibus interceptum, nec totum ſtagnum electricum efficit; neque enim ad corpora circulo electrico extranea divergit (1079).

1081. EXPERIMENTUM VIII. *Paſſerem, columbum, aut aliud parvum animal electrica phiala enecare.*

EXPLICATIO. Altera manu phialam tenens, altera animalis cranium ejus unco admove: habebitur *circulus electricus* (1077); & fluidum electricum, quod ſcintillans magna vi in animalis caput irruet, violenter ejus fibras concutiet, organicam ſtructuram deſtruet, illud enecabit. At quo ictu animal interficitur, tu quoque afficieris; tu enim quoque circuli electrici fluidum tranſmittentis pars es.

II. Ut brutum innoxius eneces, illud fulcro alicui ſive electrico, ſive non electrico alliga: filum ferreum phialæ ventri advolve, illudque altera extremitate bruto circum liga: jam hoc ita phialæ communicabit.

Ut electricum circulum compleas, filum ferreum acuminatum circa medium fruſto ceræ Hiſpanicæ agglutina, quæ communicatione non

eſt electrica, hoc vero filum unco phialæ ita ſuſpende, ut uſque ad bruti caput admoveri poſſit.

Phiala jam ſatis electrica, tu ceram Hiſpanicam manu teneas, quæ quum idioelectrica ſit, tibi electricitatem communicari non ſinet, & fili ferrei cuſpidem bruti capiti admove: fiet *circulus electricus*; & vehemens commotio brutum, ut antea, te illæſo, enecabit: nullus enim conductor adeſt., qui ad te phialæ electricum effluvium adducat.

1082. Simili artificio chartæ plures traijci poſſunt, & pulvis pyrius, aut ſpiritus vini ſuccendi. Satis eſt circulum electricum inter phialæ ventrem, & uncum quantumvis productum ſtatuere.

Exempli cauſa, chartæ plures compreſſæ, & alligatæ ferri cuſpidi, quod phialam ambit, traijcientur, quum alterius ferri unco adnexi cuſpis cuſpidi illi chartis obtectæ admovebitur. Duo illa effluvia electrica, quorum alterum a phialæ ventre, alterum ab unco erumpit, a cuſpide, ad cuſpidem breviore via tranſeunt, & celerrimo ictu corpora obſtantia traijciunt. Hinc foramen, quod in chartis illis omnibus conſpicitur, quum magna eſt electricitatis vis.

Facile intelliges, ſi pulvis pyrius probe exſiccatus, & aliquantum contritus inter duas has cuſpides ſtatueretur, duplicis hujus effluvii conflictu ejus phlogiſticum ſolutum iri, & ſubitam totius hujus maxime inflammabilis ſubſtantiæ inflammationem ſequuturam.

1083. EXPERIMENTUM IX. *Electricitate acum ferream magneticam reddere.*

EXPLICATIO. Sit acus ferrea nauticis ſimilis inter duas vitreas laminas horizonti parallela. Filum ferreum a phialæ ventre ad unam acus hujus cuſpidem deducito: alterum filum ferreum fruſto ceræ hiſpanicæ agglutinatum unco phialæ adnecte: phiala jam electrica, fruſtum illud

illud manu tenens extremum fili alteri acus cuſpidi admove: fiet circulus electricus, & ictus magnetica vi acum donabit. Hæc a Franklino deſumpſimus.

I. Acus hæc fulcro impoſita, in quo libere moveri poſſit, cuſpidem ſcintilla ictam conſtanter ad boream convertet, alteram ad auſtrum, non ſecus ac ſi magnete perfricata fuiſſet; hoc tamen diſcrimine, quod vis hæc magnetica ſenſim poſt dies, aut menſes aliquot langueſcet; quod in acubus magnete tactis non contingit.

II. Simili artificio ejuſdem acus pro libito polos mutabis, ſi eodem modo oppoſitam acus cuſpidem ictu electrico afficias.

III. Navarchus VVaddel narrat, quum navis, cui præerat, de cælo tacta fuiſſet, acus magneticas aut vim amiſiſſe, aut polos mutaſſe. Idem in electricis experimentis contingit: ictus electricus vim magneticam adimit, aut acuum magnete perfricatarum polos immutat.

1084. COROLLARIUM. Ex hoc experimento ſequitur, magnam *dari inter fluidum electricum, & fluidum magneticum analogiam*; quin tamen hinc utriuſque principii natura, & machinamentum nobis innoteſcat: veroſimiliter utrumque unicum principium eſt diverſis modificationibus affectum.

1085. *Liquorum a tenuibus tubis effluxum electricitate accelerare.*

EXPLICATIO. Sit vas aqua plenum tubis exiguis verticalibus inſtructum, a quibus aqua non niſi guttatim effluere poſſit. Vas hoc virgæ electricæ A B (*Fig.* 100) ſuſpende filo ferreo, a quo illi electricitas communicabitur, & ſolitarius in aere detinebitur.

I. Quum vaſis hujus aqua electrica fit, copioſius per tubos effluit: ejus vero guttæ quum e tubis exeunt in floccorum ignitorum morem diſperguntur.

II. Quum aqua per tubos paulo ampliores ef-

fluit ſjuxu continuo, effluxus non acceleratur; ſi vero aquæ effluenti digitus admoveatur, etſi diametrum duarum, aut trium linearum habeat, a verticali recedit ut ad manum accedat, a qua pungentes ſcintillas elicit aptas liquores, & vapores inflammabiles ſuccendere.

1086. NOTA. Hæc fluxus liquorum acceleratio ſuſpicionem invexit, num electricitas in germinum explicationem, & in plantarum vegetationem influere poſſet: ſuſpicionem effectus probavit. Plantarum plurium germina per dies nonnullos perpetuæ electricitati objecta (1073.V.) ſeſe promptius explicuerunt, quam ſimilia, quæ electricam vim non experiebantur: plantæ pari electricitati ſubjectæ frondes, & flores citius ſimilibus protulerunt, quæ in eadem temperie electricitatem non ſubibant.

Hinc colligitur, electricitatem eſſe unum ex naturæ agentibus in plantarum vegetatione, non tamen propterea hoc naturæ myſterium magis inde nobis innoteſcit, qui imperfecte admodum principii electrici naturam, & vim agnoſcimus.

1087. EXPERIMENTUM XI. *Fulmen electricitate imitari.* (*Fig.* 100).

EXPLICATIO. Tenuis, & plana lamina vitrea ZX diametro pedum duorum, trium, aut quatuor utrinque ſtamneis bracteis obducatur, & ligneæ coronæ includatur. A ſuperficie ſuperiore circum undique per tres pollices ſtamnum abrade, angulis diligenter præciſis, & acuminibus quibuſque ſedulo ablatis. A conductore A B catenulam in laminam hanc horizonti parallelam demitte, ut in illam electricitas coacervetur.

I. Si tempeſtas faveat, & locus tenebricoſus ſit, poſt duodecim, aut quindecim rotæ revolutiones ſcintillæ nonnullæ ad ſtamni oras apparent, quæ magis, ac magis numero, & vi creſcentes non inepte cælum fulgurans referunt, qua-

quale ante procellas ad fulgura, & tonitrua paratum apparere ſolet.

Fluidum electricum, quod a globo ad primum conductorem A B, & ab hoc ad alterum T O tranſit magna copia in ſtamnum ſuperioris ſuperficiei coacervatur; hoc vero, ut cetera metalla magnam electricitatis vim communicatione concipit. Stamnum hoc ſolitarium eſt: vitro enim, & aeri tantum communicat quæ corpora communicatione non fiunt electrica, & vitri oræ inter ſuperius, & inferius ſtamni ſtratum communicationem intercipiunt.

II. Aucta vi electrica, quæ etiam ope phialæ Lugduno-Batavæ augeri poteſt, hujus ſuperficiei ſolitariæ inflammatio perpetuo creſcens tandem vehementi exploſione exeritur tanto crepitu, quantum flagelli ictus vel fortiſſimus edere poteſt, & vividiſſima fulguratione.

III. Poſt exploſionem in lamina apparet ſemita quædam albicans modo magis, modo minus diſtincta, paſſim tortuoſa, quæ oram ſtamno denudatam percurrens ſub lignea corona abſconditur. Si digito locus exploſionis pertentetur, vitrum aſperum, politura amiſſa, deprehenditur: probat hoc evidenter a fluido electrico vitrum penetrari, etſi aliis ſubſtantiis difficilius.

IV. Si immediate poſt exploſionem ejus locum olfacias, procul dubio fœdum ſulphuris odorem ſenties. Odor hic maxime volatilis citiſſime exhalat: at certa ſui ſigna relinquit: duæ ſiquidem, vel tres ſimiles exploſiones illum toto conclavi diffundunt.

Hiſce ſignis, inquit Alibartus, meteororum tremendiſſimum fulmen omnes agnoſcent. Hinc experimento huic *fulminis artificialis* nomen indictum. Nos cum phyſicis ferme omnibus ultro fatemur, *inter materiam electricam, & fulmineam magnam dari analogiam*; non propterea multo plura de natura, ortu, & actione tre-

men-

mendi hujus phænomeni dignoſcimus. Analogiam hanc quamprimum fuſius oſtendemus.

1088. EXPERIMENTUM XII. *Experimentum tabulæ magicæ efficere.*

EXPLICATIO. Sume laminam vitream tenuem Z X diametro pedum duorum, vel trium, coronam aptam eam continere, tum imaginem in charta impreſſam laminæ huic magnitudine æqualem. Imaginis hujus pars latitudine duorum pollicum circum quaque præcide. Imago in duas partes ſecta erit, quarum altera laminæ vitreæ ſuperius, altera inferius agglutinanda eſt ea ratione, quam indicare pergimus.

I. *Poſticæ* laminæ vitreæ *ſuperficiei*, quæ ſcilicet coronæ inſiſtere debet, tenui glutine, ſeu gummi fimbriam, ſeu tæniam illam chartæ, quam ab imagine circumcidiſti, applica, eamquæ apte conjunge. Aureis, aut aurichalchi tenuibus bracteis vitri partem mediam tæniæ huic incluſam obtege; tum quoque totam eam coronæ partem, ſummitate excepta, cui tænia chartacea laminæ agglutinata inſiſtere debet; & inter coronæ aurum, & aurum tæniæ incluſum communicationem inſtitue. Jam latus hoc ad experimenta paratum, atque perfectum erit. Laminam vitream in corona depone, & poſticam partem craſſiore charta protege, ne aurum lædatur.

II. In *antica* laminæ vitreæ *parte*, quæ conſpici debet, auro, aut aurichalco accurate partem mediam toti auro poſtico reſpondentem obtege: quum vero auri gluten probe exſiccatum fuerit ſupra hoc aurum imaginem, a qua tænia præciſa fuerat, agglutina, ac diligenter curato, ut imago, & tænia ſibi apte congruant non ſecus, ac antequam ſepararentur. Hac ratione imago integra apparebit, licet ejus pars anterius, altera poſterius vitro agglutinata ſit. Superficiei pars anterior tæniæ poſticæ reſpondens vacua, ac detecta ſit oportet inter coro-

nam,

nam, & aurum medium. Hac ratione aurum hoc ſolitarium eſt, aptumque magnam fluidi electrici copiam admittere. Tabula hæc ita corona ſua inſtructa ea erit, quæ *tabula magica* nuncupatur; quod nomen innocua quædam præſtigia illi compararunt, quæ ludicra quadam ratione ab imagine in tabula picta, veluti magicis artibus, patrari finguntur; ut mox explicabimus.

III. In tabulam hanc ſupra menſulam apte jacentem demittatur catenula ferrea T O ferme ad centrum, ut per hanc a globo V D fluidum electricum deducatur, & in O aut nummus argenteus, aut parva corona inaurata, aut quidpiam metallicum deponatur.

Quum tabula modicam electricitatis vim exceperit apprehendat aliquis manu tabulæ coronam ita, ut digitis poſticum ejus aurum contingat; altera vero manu nummum, aut id aliud metallicum tabulæ impoſitum tollere nitatur: vehementiſſima commotione afficietur, & rem intactam relinquet.

Electricitas hæc adeo aliquando vehemens eſt, ut ſi per plura interjecta chartæ folia tabulæ impoſita arcu ferreo communicante, & ceræ hiſpanicæ agglutinato ſcintilla educatur, chartas omnes traijciat foramine ſatis perſpicuo. Probat hoc homini hac ſcintilla icto non læve incommodum evenire poſſe.

II. Tabulam jam electricam teneat quis ea coronæ parte, quæ auro non eſt obducta: altera manu imaginem impune tangere, & quæ illi ſunt impoſita impune auferre poterit.

Nos Franklini experimenti auctoris exemplo phænomena hæc nullo modo, quam inepte explicare malumus,

V. Facile intelliges quot huic ſimilia ludicra, ac ad ſolatium inſtituta experimenta fieri poſſint. Unum afferam. Nonnulli jam anni ſunt, quum caſu quodam audivi, adoleſcentes tres phy-

phyſicæ auditores in domo aleatoria, quam ne adirent parentes ſtricte præceperant, diem integram triviſſe. Tunc experimentis electricis tabula magica modicæ virtutis operam dabam: experimentis his aderant cum pluribus aliis auditoribus & tres luſores. Tunc ego: homo hac tabula pictus pilis eburneis ludentes edit, eos odore dignoſcit, illiſque iraſcitur: ceteris perhumanus. Manu vero coronam ubi auro non erat obducta apprehendens, altera iterum & ſæpius argenteum ſignum e tabula abſtuli. Adoleſcens quidam, cujus manum iiſdem locis appoſui, id ipſum innocuus præſtitit.

Unus ex luſoribus, qui firmo animo erat, nec me ludi ſui conſcium arbitrabatur, accedit: ego ejus manum inauratæ coronæ lateri applico, quin ipſe advertat, ille argenteo ſigno alteram manum admovet. Illico ingens, & inexpectata commotio ſignum illi auferre non ſinit, illumque palam interdicti ludi reum prodit. Tunc re ipſa imaginem magicæ artis opus putavit, nec niſi poſtquam diverſa manuum poſitione electricitatis artificium dignovit terrorem cum errore depoſuit.

1089. NOTA. *Machina electrica*, quam nos ingenti rota, & globo vitreo conſtare ſuppoſuimus, pluribus aliis modis conſtrui poteſt.

Simplex diſcus vitreus diametro pedum ferme duorum circa axem, quo traijcitur, converſus inter pulvillos duos (*a*) ex pelle furfure fartos, & ad oras extremas radiorum, ſeu dentium in morem terminatos, majorem electricitatem excitat, & minus periculi præſefert, quam globus. Diſcus hic rotatus pulvillorum affrictu fit

---

(a) *Duobus pulvillis minus apta erit machina: quatuor adhibe. Hos vero radiantes, aut dentatos eſſe nihil neceſſe eſt.* Interpres.

ſit electricus, electricitatem per unum, aut plures conductores, ut C D tranſmittit, a quibus in virgam, aut fiſtulam ferream A B coacervatur. (*Fig.* 100).

Globus vitreus V D innumeris caſibus nec prævifis, nec facile vitandis diffringi poteſt; tunc vero impoſitam manum, qua perfricatur, graviter lædere poteſt, ſpectatoribus vero fragmenta in faciem, & oculos jacere. Hac præſertim ratione diſcos hos globis præferendos eſſe arbitramur.

ARTICULUS II.

ELECTRICITATIS NATURALIS PHÆNOMENA.

1090. OBSERVATIO. Pulcherrima inventa caſui debentur: *electricitas naturalis*, ſive in natura exiſtens, & ſola naturæ actione aliquando excitata ab ingenio detecta fuit. Celebris Franklinus natione Anglus Philadelphiæ in America degens primus hoc ſæculo ſuſpicari auſus eſt, terreſtrem athmoſphæram quum tonat, & fulgurat electricam eſſe. Iſta illæ cogitans, quæ acre ſane, & audax ingenium indicant, phyſicos omnes hortari auſus eſt, ut aere procelloſo ignem e cælo deducerent machinamento, cujus artificium docuit, & corpora terreſtria cæleſti electricitate imbuerent.

Si ingenio opus erat ad hæc excogitanda, ingenio quoque ad rem tentandam opus erat. Alibardus acer Americani phyſici aſſecla auſus fuit machinam ad Franklini præcepta Marilliaci conſtruere, quæ ad nubes attolleretur ad electricitatem inde hauriendam. Die 20 Maij anno 1752. machina a nube, quæ in unicum tonitru erupit, electrica effecta fuit.

Subinde experimentum hoc, quod *Marilliacen-*

cenſe nuncupatum fuit, optimo eventu iteratum fuit in Gallia, in Italia, in Anglia, in Germania, in Moſcovia, in America; & naturalis electricitas quibuſdam temporibus plane demonſtrata fuit. Sequentibus experimentis apparebit qua ratione & naturalis electricitas demonſtretur, & qua ejus ope terreſtria corpora electrica effici poſſint.

1091. EXPERIMENTUM I. *Nubibus virgam ferream electricam reddere, ſive Marilliacenſe experimentum facere.* (*Fig.* 100. 101.).

EXPLICATIO. Experimentis, & obſervationibus poſtremis hiſce temporibus ubique habitis conſtat, nubes aliquando electricas eſſe: etſi qua ratione id fiat ignoremus. Electricas eas eſſe inde probatur, quod corpora ſibi proxima reddant electrica, ut mox apparebit. Nubes electrica idem præſtat, quod conductor electricus A B, & homo electricus, & ſolitarius I K. Hic electricitate permulta imbutus eam cuivis corpori communicatione electrico, & in ſuæ activitatis ſphæra poſito impertitur: quod niſi electricus ipſe eſſet, efficere nunquam poſſet. (*fig.* 101)

I. Sit prælonga ferrea pyramis R S ſolitaria, ſeu baſi idioelectricæ inſiſtens, & ſublimi loco conſtituta, puta in turris, aut collis vertice. Quum nubes electrica R pyramidem attinget, aut ad illam accedet, communicatione electrica fiet, ignem electricum aut illico, aut paulatim e nube educens illo imbuta; non ſecus ac homo I K ignem electricum a conductore electrico A B haurit: ſive homo immediate, ſive tantum per catenam M N illum tangat.

II. Pyramis hæc ſolitaria nec aeri ambienti, nec baſi fluidum electricum a nube hauſtum tribuere poteſt: illa enim corpora idioelectrica ſunt. Ignis ergo electricus in illa coacervatur, ut in conductore ſolitario A B, aut in homine ſolitario I K: hoc tamen diſcrimine, quod nubes ratione ſuæ amplitudinis pyramidi R S multo, ac multo

multo maiorem ignis electrici copiam communicare poteſt, quam globus electricus V D ad conductorem A B tranſmittat.

III. Quum pyramis R S nubibus tantum, aut vaporibus non electricis communicat, nullum exhibet electricitatis ſignum: illi nulla commotione manus admoveri, & apponi poteſt: at vero ſi nubi, aut vapori electrico communicet, effectus omnes magna vi pariet, quos exigua vi parit conductor A B; ejus apex ſcilicet ingentem materiæ electricæ vim emittet floccorum inſtar: tota ejus ſuperficies corpuſcula ſibi proxima attrahet, & repellet: ſi quis ad illam proxime accedat vehementem commotionem ſentiet, qua etiam ſubita morte corripi poterit. Ita ferunt, Richmanum phyſicæ profeſſorem Petropoli anno 1753 periiſſe: quum ad virgam ferream a cælo procelloſo electricam temere acceſſiſſet, ictu, quaſi fulmineo, correptus fuit.

IV. Ut ſine periculo num pyramis electrica ſit experiamur, artificio aliquo utamur oportet; quo ab ejus ictibus protegamur, puta filo ferreo vitreo manubrio incluſo. Hoc pyramidi electricæ admotum ejus ignem hauriet; communicatione quippe electricum eſt; non tamen ſcintillam, & commotionem ad manum tranſmittet, in qua vitreum manubrium eſt; hoc enim idioelectricum eſt. Ignis itaque electricus inter pyramidem, & filum ferreum ſcintillabit, & crepitabit; nec in experimentum facientem irruet; niſi ſi tantus eſſet vapor electricus, ut vitrum diffringeret, & ad hominem inde tranſiret: quod fortaſſe evenire poſſet, ſi pyramis altiſſima eſſet, & ſupra modum electrica.

V. Supervacaneum eſt animadvertere, non ita facile *ſolitariam conſtitui* poſſe ferream pyramidem R S, eamque immotam verticaliter in aere *ſolitariam* ſuſtinere contra ingruentium procellarum incurſus. Opus & ingentes ſumptus poſtulat, & cautelas plures, quas facile prævide-

debit, qui novit, quid ſit corpus non electricum ſolitarium ſtatuere (1067). Tantum adnotabimus funiculos ſericos ad hanc pyramidem ſolitariam ſtatuendam ineptos eſſe, niſi a pluvia, & humiditate in parte pyramidi contigua protegantur; aqua enim etiam in ſerico electricitatis vehiculum eſt. Debent ergo funes ſerici pyramidem apto ſuſtentaculo alligantes umbellis protegi, ne a pluvia in pyramidem delabente madefiant. (*)

1092. NOTA. Si pyramis R S non ſolitaria eſſet, ſed vel rupi, vel muro, vel terræ infixa, adhuc ignemelectricum e nubibus hauriret; neque enim propterea communicatione electrica eſſe deſinit. At ignis iſte electricus in pyramide non coacervaretur, ſed perpetuo diſſiparetur per corpora contigua, adeoque per terræ maſſam. Quare pyramis nunquam electrica eſſet; nunquam enim permanentem ignis electrici copiam in ſe cogeret. Ita virga ferrea, niſi ſolitaria ſit, & nulli corpori non electrico communicans, nunquam ſit electrica: quovis enim inſtante tantundem fluidi electrici amittit, quantum a globo V D haurit.

I. Veroſimile eſt, corpora omnia terreſtria, quæ in athmoſphæram aſſurgunt, ut arbores, rupes, ædificia, id in nubibus electricis efficere quod noſtra pyramis non ſolitaria: hoc tamen diſcrimine, quod ferrum vaporem electricum avi-

(*) *Facile, nec magnis ſumptibus per hos dies conductores iſti naturalis electricitatis turribus, ædificiis, pulveris pyrii promptuariis apponuntur. Qua de re vide, ſi lubet, clariſſimi Toaldi accuratiſſimum opus, Venetiis editum; in quo quoque invenies qua ratione experimentum hoc ſine periculo, quin Richmani ſortem timeas, facere poſſis.* Interpres.

avidius, & ad majorem diſtantiam haurit, quam arbores, terra, & lapides. Corpora hæc igitur ignis electrici nobis imminentis partem diſſipant.

II. Qui cum nonnullis Franklini ſectatoribus contendunt, nonnullas haſtas ferreas circa arcem erectas eam a fulminibus protegere poſſe, ignem electricum hauriendo, & ſucceſſive diſſipando, hi inania conſectantur, contra quæ ratio, & experientia clamant. Experientia docet fulmina ut plurimum in corpora labi, quæ altius attolluntur, adeoque facilius ignem illum electricum attrahunt: *Feriuntque ſummos fulmina montes*. Ratio docet, corpus electricum excedentis ſui ignis copiam in propiora, aut magis attrahentia corpora conijcere: adeoque haſtas ferreas in nubium regionem attollere eſſe apta inſtrumenta apponere, quibus fulmina in ædificia haſtas has ſuſtinentia advocentur. (*a*)

III. Etſi quoque ſupponeremus haſtas has non uno ictu, ſed ſucceſſive ignem electricum haurire, & telluri cummunicare; num propterea aptiores eſſent ad immenſam hujus ignis copiam exhauriendam, quæ in nube decem, aut duodecim leucas lata fermenteſcit? Perinde hoc eſſet, ac ſi diceres tubos nonnullos per Belgii littora diſpoſitos regionem eam ab oceani alluvione incolumem ſervare poſſe. Centum haſtæ circa arcem diſpoſitæ id ad ſummum præſtarent quod centum arbores æque altæ: porro hæ contra fulmina profecto nihil valent. (*b*)

1093.

(*) *Quam futilia iſta ſint, quæ auctor noſter hic in naturalis electricitatis conductores congerit, quam recta rationi, & innumeris experimentis oppoſita vide ſis in præclaro opere ſuperius citato clariſſimi Toaldi*. Interpres.

(*) *Non minus inepta iſta ſunt ſuperioribus. Ubinam nubes eſt duodecim leucas lata, & tota ele-*

1093. EXPERIMENTUM II. *Machinam volantem electricam conſtruere ; ſeu experimentum Marilliacenſe alio modo efficere.* (*fig.* 10)

EXPLICATIO. I. Virgas duas ex corilo, aut ligno alio levi, nec fragili in crucis modum connecte, ſupra quas rhombum ſericum apte extende: machinæ volantis A B præcipuam partem habebis : adde caudam, retinacula, & funiculum: attolletur in aera non ſecus ac chartaceæ (852). Hæc vero quum ex ſerico ſit aptius procellarum ventis, & pluviæ reſiſtet.

II. In crucis vertice filum ferreum in cuſpidem deſinens, & pedem, & ultra prominens defige : ferrum hoc ad electricam nubem accedens magnam vim electricam concipiet.

III. Inferiori ferri hujus parti funiculum alliga, quo machina regi debet. Hic communicatione electricus *conductor* erit materiæ electricæ, quam ferrum acuminatum a nube hauriet. Si funiculus canabinus ſit filo ferreo, aut cupreo intertexto, vehementius electricus fiet: facilius enim, & copioſius vapor electricus ductores metallicos ſequitur, quam canabinos.

IV. Extremitati funiculi prope manum alligandus eſt funiculus ſericus communicationem inter alterum funiculum, & manum intercipiens: ceterum qui funiculum manu tenens machinam regit lethali electrico ictu percelli poſſet, ſi machina nubi vehementer electricæ occurreret. Ignis electricus machina, & funiculo exceptus per funiculum ſericum non tranſibit, modo madidus non ſit, quum communicatione electricus non ſit: non ergo ad manum feretur, quum hæc ab electricis ductoribus ſatis ſejuncta ſit.

V. Im-

---

electrico igne fervens? Similitudo adjecta ridicula eſt, nec ad rem quidpiam facit. Interpres.

V. Imminente procella machina ventis committitur: quum nubi electricæ appropinquat, ferrum acuminatum ignem electricum haurit, quem funiculo canabino ad ſericum uſque communicat. Jam intelligis, funiculum a parietibus, tectis, corpore quovis communicatione electrico remotum eſſe debere, a quo ignis electricus a nube per machinam terræ communicari poſſit.

VI. Ut citra periculum num funiculus electricus ſit experimentum fiat, cautelæ alibi indicatæ (1091, IV.) adhibendæ ſunt: negligentia quævis factum Richmani obſervatori parere poſſet, igne e cælo deducto.

Funiculus ita electricus Romaſio, aliiſque pluribus *ſpontaneas ſcintillas* exhibuit pollicem craſſas, decem vero, aut duodecim pedes longas, quæ in proxima corpora non electrica incurrebant, & quæ minoris fiſtulæ bellicæ exploſionem fragore imitabantur.

1094. EXPERIMENTUM III. *Electrometrum ſeu organum electricum conſtruere.* (*fig.* 100)

EXPLICATIO. Sicuti *barometra* ſunt ad aeris gravitatem, aut elaſticitatem æſtimandam; *thermometra* ad corporum calorem dignoſcendum; ita & *electrometra* haberi poſſunt ad athmoſphæræ electricitatem, ejuſque vim dignoſcendam.

I. In elata turri haſtam, vel fiſtulam ferream A B ſericis filis ſuſpende ſub tecto, ubi omnia a pluvia, & humiditate protegantur; haſta hæc ſolitaria erit, & apta communicatione electrica fieri. Quum athmoſphæra turrim ambiens electrica fuerit, & fulmen parere parata, haſta hæc fluidum electricum circa ſe excitatum hauriet, illoque imbuetur, quin ulli corpori illud communicet. Virgam A B imitabitur, quum a globo V D electrica fit.

II. Huic haſtæ in ſumma turri ſolitariæ fila duo ferrea appende, quæ per apta foramina in laquearibus aperta in conclave ita deſcen-

dant, ut nihil, præter aerem idioelectricum attingant. Quum haſta electrica fiet, fila quoque communicatione electrica erunt: id præſtabunt, quod catenæ MN, TO, quibus virgæ electricæ AB electricitas communis eſt.

III. Filorum extremitatibus duo parva tintinnabula argentea, aut cuprea appende, quibus filorum electricitas communicabitur: inter vero tintinnabula parum inter ſe diſtantia, & æque alta filo canabino *m a* fruſtum ſuberis ſuſpende, quod a ferreo filo utrinque aliquantum extante traiiciatur.

Hac ratione electrometrum habebis. Quum enim athmoſphæra electrica tibi imminebit, hæc haſtam ſolitariam electricam reddet, hæc vero communicatione electrica efficiet fila ferrea', & tintinnabula illis ſuſpenſa. Tunc ſuber mobile vi electricæ attractionis, & repulſionis alternatim in tintinnabula incurret, quæ primo illud attrahent, deinde repellent. Ictus quilibet ſuberis ferro trajecti ſonum edet, quo diu, noctuque de athmoſphæræ procelloſæ varia electricitate moneberis,

Facile intelliges pluribus filis haſtæ electricæ ſuſpenſis, pluribuſque tintinnabulis magnitudine diverſis *organum electricum* fieri poſſe, quod tum naturali, tum artificiali electricitate perſonet.

1095. NOTA. Sæpius athmoſphæra eſt electrica, adeoque apta fulmen parere, quin hoc cadat, aut tonitru mugiat: ignis quippe electricus diſſipatur, & alio abit antequam exploſioni paratus ſit. Tunc athmoſphæra id efficit, quod virga ferrea AB, a qua aut ſponte, aut alterius corporis tactu ſcintilla non erumpat (1072, X.) Hac ratione electrometrum fulmen enunciare poterit, quin fulmen ſuccendatur, & erumpat,

Sæpius quoque athmoſphæra ſuperius eſt electrica, inferius non item. Quare electrometrum quod tantum ambientis athmoſphæræ ſtatum indicat,

dicat, aliquando procellam altius tonantem, & fulgurantem non indicabit.

ARTICULUS TERTIUS.

CONJECTURÆ DE FLUIDO ELECTRICO.

I. *Cauſa electricitatis.*

1096. ASSERTIO. E*Lectricitas videtur impulſionis effectus.*

DEMONSTRATIO. Motus omnis in natura aut ab impulſione eſt, aut ab attractione; atqui attractio motuum electricorum non eſt cauſa; ergo horum cauſa eſt impulſio, ſive ictus materiæ alternatim diverſis directionibus corpora impellentis, quæ attrahi, & repelli videmus. Probo minorem.

I. Evidens eſt, attractionem generalem, qua ſcilicet corpora omnia afficiuntur in directa ratione maſſarum, & in duplicata inverſa diſtantiarum, phænomena electrica non edere, quibus nullam habet analogiam.

II. Evidens quoque eſt, *peculiarem attractionem*, ſeu *legem affinitatis*, quæ non niſi ad minimam diſtantiam agit, & immediato contactu fortior fit, quæ in minimas tantum, & contiguas moleculas ſuam vim exercet, quæ eandem materiæ ſpeciem attrahit ſemper, nunquam repellit, parere non poſſe attractionis, repulſionis, inflammationis phænomena, quæ in electricis corporibus obſervantur.

Ergo electricitas neque generalis, neque peculiaris attractionis effectus eſt: quum ergo electricitatis cauſa non ſit attractio, neceſſario erit impulſio: quandoquidem non niſi has duas motus cauſas in natura cognoſcamus. Q. E. D.

1097. ASSERTIO II. *Phænomenorum electrice-*

rum cauſa eſſe videntur duo ſimultanea materia tenuiſſima effluvia, quorum alterum a corpore electrico erumpit, dum eodem tempore alterum in idem corpus electricum incurrit.

EXPLICATIO. Fluidum, imo plura fluida inviſibilia dari per corpora, eorumque interſtitia diffuſa innumeris experimentis probatur, & nemo negat. At fluidis his univerſam naturam repleri, nec niſi minima vacua ab illis relinqui, hoc inter jam abſolutas fabulas phyſici reijciunt.

Fluida ſane in natura ſunt; at fluidis his omnia ita non replentur, ut vino dolium. Illa potius aquæ in vapores reſolutæ compararem. Aquæ ita diviſæ pollex cubicus quater decies millies majus ſpatium occupat (731), quin re ipſa hoc ſpatium repleat: omnes enim hæ aquæ moleculæ ſimul ſumptæ non niſi pollicem cubicum, ut ante evaporationem, replerent.

His obſervatis, qua ratione generatim horum fluidorum actio & in corpora electrica, & non electrica, quæ ambiunt, & penetrant, concipi poſſit, videamus. Non tamen iis, quæ dicturi ſumus, omnia electricitatis phænomena apte explicari poſſe ſperamus: eſt enim electricitas, fortaſſe & erit ſemper occultiſſimum naturæ myſterium.

Ut fluidi electrici in electricis corporibus actionem aliquo pacto concipias, finge tibi globum vacuum pluribus tubis apertis a ſuperficie ad axem productis inſtructum, & dimidium aquæ immerſum.

I. Quum globus hic velociter circa ſuum axem rotabitur, liquidum, quod a ſuis tubis erumpet, erit divergens, quod tubos ingredietur convergens erit. Eſt hæc duplicis ſimultanei materiæ effluentis, & affluentis concurſus imago in corporibus electricis; ſicuti in Hauxbei experimento deteguntur. (1070)

II. Si tubi hi flexiles ſint, & comprimibiles, affrictus eos conſtringet, & liquidi efluentis, & affluentis velocitatem augebit (636). Eſt

hæc

hæc imago effectus, quem in corporibus electricis affrictus parit. Affrictus hic partibus omnibus corporis electrici inteſtinum motum communicat; & motus hic fluido ſuis interſtitiis incluſo communicatus efficit, ut illud hinc velocius, & copioſius erumpat, dum illinc magna vacua interius relinquit, in quæ fluidum electricum per aerem, aut per corpora ambientia diffuſum perpetuo irruit.

III. Si liquidum velociter e tubis erumpens corporibus occurrit, quæ libere pervadere poſſit, per hæc, quaſi per totidem tubos, fluet; ſi vero obſtacula offendit, quæ facilem exitum impediant, illuc accumulabitur, donec plenitudinis exceſſu tandem erumpat. Imago hæc eſt virgæ ferreæ ſolitariæ A B, ſeu hominis ſolitarii I K, in quibus fluidum electricum coacervatur, quum facile egredi nequeat. (*Fig.* 100)

IV. Si globum hunc concipiamus non jam dimidium aquæ immerſum, ſed totum fluido immerſum, quod facile diverſis viis & globum ingredi, & inde egredi poſſit; intelligemus duplicem tunc ſimultaneum curſum habitum iri, alterum radiis divergentibus, qui e globo erumpit; alterum radiis convergentibus, qui in globum intrat. Eſt hæc imago duplicis motu fluidi electrici in corpore electrico, qui pluribus experimentis comprobatur.

V. Si corpus leve inter duo hæc oppoſita, & ſimultanea effluvia collocetur, quorum alterum convergens vim habet ſemper creſcentem, alterum divergens vim ſemper decreſcentem, intelligemus, corpus hoc a fluido alternatim attrahi, & repelli debere; attrhai quidem, quum prævalet impulſus fluidi in corpus electricum irruentis: repelli vero, quum prævalet impulſus fluidi a corpore electrico erumpentis. Atqui fluidum hoc erumpens eo fortius eſt, quo corpori electrico propinquius; eo minus enim divergens eſt, eoque denſius, quo a divaricationis

puncto minus diſtat; debet ergo corpus attractum a fluido affluente ad eam proximitatem pervenire, in qua repellatur.

VI. Si fluidum electricum ſit materia maxime inflammabilis, duorum oppoſitorum fluidorum concurſus mira velocitate confligentium, ignem elementarem ſubſtantiis heterogeneis ejuſdem fluidi commixtum excitabit. Hinc ſcintillæ, inflammationes, aliaque electricitatis lucida, & ignea phænomena. Hæc non ſemper ſenſibilem calorem edunt; & fluidum illa producens aliquando frigidum potius, quam calidum, ſentitur: nimis enim rarefactum vim non habet calorem animali calori æqualem producendi.

VII. Si fluidum electricum ejuſdem eſſet cum luce naturæ, quæ mira velocitate movetur (895); momento temporis vero translationis motu maxima ſpatia percurrere poſſet. Hinc commotiones ad ſenſum inſtantaneæ ad extrema duo fili ferrei plura millia hexapedarum longi. (1079)

II. *Phænomena ab electricitate pendentia.*

Multo veroſimile eſt, electricitatem in univerſa natura plurimum agere; exempli gratia in plantarum, & animalium vegetatione, & reproductione, in meteororum formatione, & diſſipatione. Hic tantum ejus influxum in fulmen, in nonnullos terræmotus; in corpora magnetica, & in quoſdam motus animales expendemus.

Electricitas in fulmine.

1098. ASSERTIO I. *Fluidum electricum ingenti nube incluſum, ibique agens, aptum videtur varios fulminis effectus parere.*

EXPLICATIO. Sit ingens nubes plurium leucarum diametro, ſive ingens copia vaporum, & exhalationum, quæ communicatione electrici-

cita-

citatem obtinere poſſint, quibus aut ventorum impulſus, aut ſolis calor, aut alia quævis cauſa motum inteſtinum communicet, unde electricæ fiant. (*Fig.* 100)

I. Nubes hæc in aere ſuſpenſa id magna mole exhibebit, quod parva conductor electricus A B, aut homo ſolitarius, & electricus I K: parata erit ſcilicet immenſam ignis electrici vim, qua turget, in primum corpus non electricum, quod illi proximum fiet, conijcere, puta in rupem, in arcem, in aliam nubem non electricam. In quodvis corpus communicatione electricum, quod in ſphæra activitatis nubis incluſum ſit, immanis ab illa electrici vaporis copia irruet: hinc inflammatio lucida, ſeu *fulgur*: *fragor*, ſeu *tonitru*: commotio, ſeu *fulminis ictus*, a quo corpus tactum concutitur & aliquando diſijcitur, ac ſolvitur.

II. Si nubes hæc per aera delata nubi inferiori non electricæ occurrat, ejus ignis deorſum feretur. Contra ſi nubes electrica inferior ſit, ignis electricus aſcendet. Ita paſſim fulmen videmus deſcendere, aliquando etiam aſcendere.

III. Si duæ nubes electricæ ventis impulſæ collidantur, invicem non attrahuntur, ſed repelluntur. Si tertia nubes non electrica alterutri occurrat, nubes propinquior electrica in illam ſuam electricitatem traducit, nec ipſa amplius electrica eſt. Hæc ab alia nube adhuc electrica electricitatem obtinet; & alterum tonitru exauditur.

IV. Si ingens nubes parum electrica, ut in ſpontaneas eruptiones ruere poſſit nulli corpori occurrat apto ignem ſuum electricum totum illico haurire: ignis hic electricus ſenſim ſine ſenſu, nullo fragore, nullaque commotione diſſipatur, cauſa electricitatis paulatim ceſſante: non ſecus ac conductor A B, vel homo ſolitarius I K electrici eſſe deſinunt aliquanto poſt-

quam globus V D illis electricitatem communicare ceſſavit.

V. Si nubes electrica telluri aut mari ita propinqua ſit, ut paulatim illis, nulla ſubita eruptione, ignem electricum, quo inbuta eſt, communicare poſſit; corpora terreſtria elatiora, nubique propinquiora, præſertim ſi in acumen metallicum deſinant, paulatim ignem hunc electricum hauriunt, qui cælo obſcuro eluceſcens apparebit in navium, & ædificiorum flabellis, in quæ convergens irruit, & lucidas flammulas exhibet. Hinc ignis ille, qui tam ſæpe in ſummis navium malis tempore procelloſo apparet.

VI. Si nubes electrica illico ignem ſuum exoneret in venam aliquam metallicam, quæ alte intra terras ſerpat: fluidum electricum, quod præ ceteris corporibus metalla ſequitur, ad venæ hujus fines exploſionen faciet. Hinc veroſimiliter *quorumdam terræmotuum cauſa* petenda eſt, qui, niſi cauſæ aliæ concurrant alibi recenſitæ (844) a ſola effluvii electrici immenſa copia ſub terras exploſionem faciente procedent.

1099. ASSERTIO II. *Magnis omnibus fulminis effectibus parvi ſimiles experimentis electricis exhibentur.*

EXPLICATIO. I. Fulmen concutit, diſiicit enecat, urit. Ictus electricus eadem omnia præſtat, ut ab experimentis ſuperius allatis abunde conſtat.

II. Materia fulminea ſubſtantias quaſdam præ ceteris ſequitur, uti aquam, & metalla, quorum ſemitam etiam ſinuoſam ceteris contiguis corporibus præfert: materia electrica hac eadem via pergit, & eadem in innumeris experimentis exhibet phænomena. Exempli cauſa, ſi electricitate donetur liber a tergo inauratus, videmus fluidum electricum auri meandrum ſequi, reliquo tegumento neglecto.

III. Materia fulminea metalla fundit, aliquando in calcem vertit: materia electrica tenues

auri,

auri, argenti, aut cupri bracteas feriens ſigna fuſionis, aliquando & calcis relinquit; præſertim ſi phiala Lugduno-Batava experimentum fiat.

IV. Fulmen odorem ſulphureum exhalat, a quo in locis fulmine tactis viventia enecari poſſunt: materia electrica eundem odorem diffundit in conclavi, in quo vehementes ejus explo- nones fiant (1087).

V. Fulminis ictus vim magneticam aut dat, aut aufert, aut immutat: ictus electricus idem præſtat (1083).

V. Fulminis ictus ingentem tremorem imprimit aereis moleculis, unde tremendus fragor (753): materia electrica a corpore in corpus ſaliens ipſa quoque tremorem aereis particulis imprimit, unde crepitus auditur modo major, modo minor. Effectus hi quantitate tantum diverſi ſunt.

VII. Fulmen, quum in corpus irruit, quod diſjecit, aut in calcem redegit, aliquando aliquas ejus partes ſolidas procul proiicit, quas vulgus e nubibus lapſas putat, & *lapides fulmineos* vocat. Pari modo vapor electricus quum in pulverem, aut ferri ramenta irruit, corpora hæc violenter diſpergit, eorumque naturam aliquando immutare videtur, illis colorem, & odorem inducens, quos ante ictum electricum non habebant.

Theoria hujus conſectarium, ſeu

1100. COROLLARIUM. Ita manifeſta eſt inter fulmen, & vaporem electricum analogia, ut eorum originis, & principii identitas negari nequeat. Idem omnium meteororum tremendiſſimum magnis effectibus in natura præſtat, quod parvis artificialis electricitas. Jucunda machinæ electricæ phænomena magnos cæleſtis electricitatis effectus imitantur. Idem utrobique mach-

namentum eſt, magnitudine tantum diverſum. Uno verbo, *materia fulminis, & materia electrica idem fluidum eſt majores effectus edens naturæ, quam artis miniſterio*; ſicuti ex duabus præcedentibus aſſertionibus apparet. Hinc plurima naturæ phænomena, cujus tamen explicatio iis tenebris obumbrabitur, in quibus eorum cauſa, & principia deliteſcunt. Exempli cauſa.

Hinc *globi ignei*, qui aliquando immoti in aere lucent, aliquando tranſvolant celeritate tubinem ſuperante. Horum unum vidimus Lutetiæ Pariſiorum anno proxime ſuperiore 1771, cujus hiſtoria in Gallicis ephemeridibus diei 26. Julii ejuſdem anni deſcripta eſt. Magna vaporum & exhalationum copia in ſphæram conglomeretur, & tempore procelloſo in athmoſphæra fermenteſcat, & electrica fiat: radii lucidi undequaque ex hac electrica, & fermenteſcente maſſa erumpant: erit hic globus igneus magnitudine, & ſplendore varius. Si quieſcens athmoſphæra ſit, ibi ſiſtet globus, ubi ab æquilibrii legibus collocatur, ibique lucebit donec fermentatio ceſſet, aut vapor electricus de more diſſipetur. Si vehemens ventus in athmoſphæram ingruat, ubi globus eſt, globus aeris motum ſequetur, celeritate ſcilicet, qua ad ſummum hexapedas decem, aut undecim quovis minuto ſecundo percurrat; neque enim vehementiſſimi turbines hactenus obſervati majori celeritate gaudent (841).

At quo machinamento globus hic tribus, vel quatuor minutis ſecundis plura hexapedarum millia percurret ſphærica figura ſervata, & athmoſphæra ad ſenſum quieſcente, ut *in globo ſuperius memorato contigit*? Nihil hactenus allatum eſt, quod huic magis mirabili phænomeni parti explicandæ ſatisfaciat. Num quæ traditури ſumus aptiora erunt?

Novimus, quum in experimentis electricis vaporem a globo ad virgam ferream deducimus ca-

catena metallica anulis circularibus compoſita, fluidum electricum ab anulo ad anulum tranſilire perpetuo crepitans, atque ſcintillans (1072). Concipe in athmoſphæra anularia ingentia vaporum, & exhalationum volumina, ſeu caſu, ſeu turbinis aerei vi ita conformata (798): globus igneus electricus per hos vapores, qui hic *conductores* erunt, ab uno ad alium celerrime feretur: & ratione altitudinis, & lucis ſuæ per ingentes cæli tractus videri poterit; ab ignaris vero aut vera ſtella de cælo ruens, aut maleficus cometa haberi poterit. Neque ſane ægrius motum concipies ignei globi diametro pedis unius, aut hexapedæ per ſuppoſitas anulares vaporum, & exhalationum maſſas, quam globuli ignei diametro unius lineæ, aut quartæ lineæ partis motum per anulos catenæ metallicæ: conſtat enim recentibus obſervationibus, nubes eſſe poſſe electricitatis naturalis conductores, ut catena artificialis.

Novimus quoque, ſi corpus electricum prælongam tæniam contigat auro intertextam, tæniam totam *ſcintillare:* non ſecus ac ignis electricus per totam tæniam ſaltitaret (1072). Concipe itaque in athmoſphæra prælongam ſeriem ſtratorum ferme ſphæricorum vaporum, & exhalationum exiguis intervallis invicem ſejunctorum, quorum primum, exempli cauſa, natura ipſa electricitatem concipiat quacumque ex cauſa. Si hoc ſibi proximo accedat, huic ignem ſuum electricum: hoc tertio, iſtud quarto, quartum quinto, & ſic deinceps; quare breviſſimo tempore ſeries ingentium electricarum ſcintillarum, quibus vapores, & exhalationes ſe reciproce afficiunt dum electricitatem mutuo communicant, & amittunt eſſe videbitur globus igneus citiſſimo motu a primo ad poſtremum globum excurrens.

II. Hinc quoque, magna ſaltem ex parte *lacrymarum Batavicarum* phænomenon procedit.

Sunt hæ exiguæ vitri guttæ ex maſſa liquata tubo ferreo eductæ; hæ a tubo in aquam frigidam defluere ſinuntur, ibique refrigeſcere. Ibi in lacrymæ figuram conformantur. Batavicæ vero nuncupantur, quod primitus apud Batavos confectæ fuerint; ventre rotundo in cuſpidem hermetrice clauſam deſinunt (*Fig.* 102).

Experimentum exhibent hæ lacrymæ nondum explicatum. Lacrymæ venter X ſatis ſolidus eſt, ut modicos mallei ictus perferre poſſit: at diffracta cuſpide Z tota lacryma in fruſtula, imo & in pulverem abit non levi crepitu. Fruſtra, ut phænomenon explices ad aerem confugies. Lacryma frigeſcente, dixerunt aliqui, paululum aeris maxime rarefacti ejus ventri incluſum remanet: re ipſa in lacryma bullulæ aeris apparent in ipſa antequam in frigidam laberetur incluſi: quare tota lacryma interius vacua eſt, & aere rariſſimo plena. Quum vero, pergunt, lacrymæ cuſpis diffringitur, aeri externo aditus datur, quo in lacrymæ intima impetu irrumpat (713); qua vi illa minutatim diffringitur. Hæc eſt minus inepta hactenus tradita phænomeni explicatio: non tamen ſufficit: eodem enim ferme pacto lacrymæ hæ etiam in vacuo pneumatico diffringuntur, ubi aer in illas magna vi irruere nequit. Non ergo aer ſola nec præcipua diffractionis cauſa eſt.

Nimis hoc phænomenon electricitati naturali, & artificiali analogum eſt, ut aliunde repetatur. Eſt hoc exiguum fulmen, a quo fragile corpus disjicitur. Eſt hoc majori quadam ſpecie ictus globi electrici in corpus communicatione electricum quum fluidum affluens hinc, illinc effluens confligunt. Concipe itaque electrici vaporis copiam in lacryma coacervatam dum in aquam cadit. Si vitrum, ut vult Franklinus, electricæ materiæ impermeabile eſt, aut ſi tale fit ſubito frigidæ attactu, quod abſolute fieri poteſt, aut ſi materia electrica in caſu ita aliis

cor-

corpuſculis conjungitur, ut vitrum permeare nequeat; quod æque fieri poteſt; jam in lacryma coacervata erit materia electrica, quæ, intacta lacryma, erumpere nequibit. At diffracta cuſpide Z ſive in vacuo, ſive in pleno, mareria hæc vinculis ſoluta libere externo fluido electrico communicabit: hoc vero eadem vi in illam irruet: & a *fluidorum conflictu* concuſſio habebitur, impulſio, & reactio iis ſimilis, quæ in quovis experimento electrico contingunt, & ſolis periculum facientibus notæ ſunt; unde vitri diffractio, & comminutio.

Explicationes traditæ tenebris, & luce commixtæ ſunt: ut ferme omnes ſunt, quæ electricitatem naturalem, & artificialem reſpiciunt: luce quidem, quia ſatis phænomenorum cauſam indicant: tenebris vero, quia hujus cauſæ, cujus effectus ſatis innoteſcunt, natura latet, actio, & phyſicum machinamentum non niſi imperfectiſſime explicatur.

Electricitas in magnete.

1101. OBSERVATIO. *Magnes* lapidis ſpecies eſt (*) peculiari facultate donatus *ferrum*, *& il-*

(*) *NOTA. Magnes peculiares lapidum proprietates habet; igne in calcem redigitur: malleo in pulverem comminuitur: metallorum proprietatibus eſt deſtitutus: nec fuſilis eſt; nec malleabilis: inter lapides igitur, non inter metalla recenſendus eſt, inter qua a nonnullis phyſicis adnumeratus fuit, qui ferrum magnetem imperfectum cenſuerunt, magnetem vero ferrum eſſe terreis partibus admixtum. At in quovis genere locetur, nihil hoc ad ejus phænomena, eorumque cauſam. Porro hæc duo a nobis modo dumtaxat perpendenda ſunt.*

& illud ſolum attrahendi: chalybs enim, quem quoque attrahit, ferrum eſt tantum aliquibus corporibus illi admixtis, nec naturam ejus immutantibus ſubactum (373). Lapides omnes, qui magnetis ſpeciem, & nomen aliquando obtinent, non omnes veri magnetes ſunt; ex his enim plures ferrum non attrahunt. Ut magnetem a ceteris lapidibus diſtinguas, illum ferri ramentis obtege: ſi adhæreant, verus magnes erit. Magnes, ut orbis noſter, polos duos habet, quos noſcere, & apte ferro munire neceſſarium eſt. Ut hos polos invenias, ferreis, aut chalybeis ramentis magnetem obtege: lapis iis totus aſper fiet: & in duobus oppoſitis partibus ramenta hæc denſiora coacervabuntur, & lapidi ferme perpendicularia erigentur: puncta hæc duo ſunt magnetis poli. In his præcipue lapidis vis attractiva ſita eſt. Ut polos hos apte *armes* (ita vocant artificium, quo vis hæc ad polos præſertim colligitur, & augetur) eos obtege lamina ferrea in maſſam deſinente, quæ infimam magnetis ſuperficiem lineis aliquot hinc inde obtegat. Hoc artificio magnes optimus, qui inermis vix libram ferri ſuſtineret, armatus viginti, aut triginta ſuſtinebit.

Quinque præcipuas magnetis proprietates alibi indicavimus (592); non tamen illorum phænomenorum cauſam, & originem tunc inveſtigavimus. „ Antequam magnetis uſus innoteſceret, „ inquit celebris Nolletus, naturæ miraculum „ obſervatione dignum habebatur. Et ſane quis „ non miratus eſſet, duo corpora, magnetem, „ & ferrum, ceteris excluſis, ſe veluti prædiligere, ſeſe invicem quærere, invicem jungi „ vi aliquando 60, aut 80 pondo æquante? „ Hoc non ſolum vulgo nihil præter ea, quæ „ videt, admiranti, ſed homini phyſico quoque „ prodigii ſpecies eſt phænomeni cauſam inveſtiganti, illamque ſe in inviſibili quodam fluido inveniſſe putanti, à quo corpora hæc al-

„ te-

„ terum ad alterum compellantur. At illi hæ-
„ ret aqua quum ratio petitur, cur in natura
„ duo hæc tantum corpora ita impellantur; &
„ cur in tam brevi contactu tanta ſit fluidi im-
„ pellentis vis. Sola etiam curioſitate hæc in-
„ veſtigari merebantur: at curioſitati utilitas
„ acceſſit, quum magnetis ad polos directio de-
„ tecta fuit, & quantum hoc navigationi præ-
„ ſertim prodeſſe poſſet compertum eſt. Quan-
„ ta deinde ad cognitiones ſuas hac in re per-
„ ficiendas homines moliti ſunt! Præſtantiores
„ hujus, & ſuperioris ætatis phyſici ſua in hanc
„ rem ſtudia contulerunt".

At enimvero quid tandem ſunt conſequuti? nos aliquot nova *in magnetis phænomenis* docuerunt; & *ejus cauſæ* divinandæ aditum aliquatenus aperuerunt.

I. Recentiorum experimenta, & obſervationes docuerunt, *ferrum vetus in ſummis ædificiis aeris intemperiem diutius perpeſſum ſæpius magneticam vim contraxiſſe, aliquando in verum magnetem mutatum fuiſſe*. Obſervatio hæc, quæ miraculi inſtar habita fuit anno 1691, nullam modo admirationem parit poſtquam noverimus, eandem eſſe materiam electricam, atque fulmineam; & vim magneticam eſſe electricæ materiæ effectum (1083). Jam intelligimus, antiqua ædificia pluries nubibus electricis ſubjecta fuiſſe, earumque fluidum electricum a ferro, quam a lapidibus fortius attractum (1074) ſæpius dum fulmen parabat in antiquum hoc ferrum incurrere, debuiſſe, illique impreſſionem facere, qua aut magnaticum fieret natura non immutata, aut illud in verum magnetem verteret metallica natura immutata, & ejus principiis diſſolutis. Veroſimile quoque eſt *magnetem ipſum* in fodinis non eſſe niſi ferrum, cujus natura aut fulminis ictu, aut ingenti materiæ electricæ incurſu mutata fuerit. Vena metallica a terræ ſuperficie ad intimam fodinam excurrens facile ma-

magnam ignis cæleſtis, ſeu materiæ fulmineæ copiam illuc advehere poteſt. Fulmineus hujus materiæ ictus ferro naturam metallicam adimet, & in magnetem illud convertet (1091).

II. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *pleraque ferrea, aut chalybea inſtrumenta ſuarum partium concuſſione, aut affrictu magnetica fieri*. Scalpra, cuſpides, terebræ, quibus artifices ferrum frigidum elaborant, ferri ramenta attollunt acie, & cuſpide. Focorum forcipes, & batilla, quæ recta in foci angulis detinentur, illucque temere proijciuntur, ſæpius magnetica ſigna edunt: ferrum attrahunt, polos ſatis diſtinctos habent: ſæpius quoque unico mallei ictu borealem polum in auſtralem mutant, & viciſſim.

II. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *magnetem ſive naturalem, ſive artificialem majus ferri pondus attollere, ſi ferrum hoc incudi inſiſtat, ac ſi ligno, aut lapidi*. Imo quo major eſt incus, eo major vis magnetica apparet. Indicare hoc videtur, vorticem materiæ magneticæ mutuam ferri, & magnetis attractionem efficientem a proxima ingenti ferri maſſa augeri.

IV. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus; *cineres vegetantium, & calces alias plures vim magneticam, ut ferrum, ſentire*. Probat hoc, ut notant Muſchenbroekius, Lemery, Nolletus, non jam a magnete ſubſtantias a ferro diverſas attrahi, ſed tantum in his cineribus ferrum deliteſcere: ſive ferrum hoc in ſubſtantiis aduſtis, aut adurentibus re ipſa exiſteret propria ferri natura, ſive tantum calcis, aut cineris forma, quod ignis, & craſſæ ſubſtantiæ commixtæ metallicæ ſuæ naturæ reſtituerint (599).

V. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *acus magnetica directionem, & inclinationem* (592) *multo magnis* va-

variationibus ab una ad aliam regionem tranſeundo obnoxias eſſe. Narrat Bouguerius in ſua Peruviana peregrinatione, anno 1742 Quiti in auſtrali latitudine minutorum decem, aut duodecim acum magneticam *fuiſſe infra horizontem boream verſus inclinatam* gradibus ferme 10; *in orientem vero declinaſſe* ſecundis ferme 8 $\frac{1}{2}$; dum in Gallia eodem tempore in occidentem declinabat gradibus ferme 14. „ Platæ, inquit „ idem auctor, æque declinabat anno ſequen- „ ti menſe Julio: quatuor deinde menſibus poſt „ ad Sanctam Martham eam declinantem inve- „ ni ſemper in orientem gradibus 6, minutis „ 35. Eam iter habendo obſervare oportebat; „ pluribus enim irregularitatibus obnoxia erat. „ Sæpius ingentia ſaxa huc illuc diſperſa offen- „ debat: erant hæc exterius nigra: ignis vim „ paſſa fuiſſe videbantur; & ab aliquo vulcano „ projecta facile putarem. Nulli rei aptius com- „ parari poſſunt, quam argillæ ſolis ardore diſ- „ ſiſſæ, & dein in lapidem verſæ. In his locis „ acus magnetica omnino diverſas directiones „ obtinebat: ſatis erat, ſi paſſus quinque, aut „ ſex progrederer, ut viderem acus magneti- „ cæ directionem aliquando 30 gradibus mu- „ tari".

VI. Recentiorum experimentis, & obſervationibus docemur tandem, *fluidum electricum natura, aut arte excitatum eſſe vis magneticæ in ferro cauſam phyſicam*; electricitate enim artificiali ferro vis magnetica tribuitur (1083); & electricitate naturali idem effectus producitur in ferro pluribus annis in ſummis ædificiis ejus actioni expoſito.

VII. At nullo veteri, aut recenti experimento, nulla obſervatione docemur, *quanam ſit cauſa phænomenorum magneticorum in magnete, aut in ferro magnete perfricato*: exempli cauſa, quare magnes duos polos habeat, non tres, aut quatuor; quare polorum unus boream reſpiciat,

non auſtrum: quare magnes, aut ferrum magneticum ferrum attrahat, non aurum, plumbum, marmor, aut alia corpora.

Multo veroſimillimum eſt, magneticos effectus *a tenuiſſima, & maxime activa materiæ fluxu* produci; quæ ferrum in magnetem, & magnetem in ferrum vera impulſione compellat: ſive materia hæc circa omnia terreſtria corpora diffuſa ſit, ſive tantum circa ferrum, & magnetem diffundatur. At quid hæc ipſa materia eſt? Fluidum ne electricum commune, a quo ſcilicet ſunt naturalis, & artificialis electricitatis phænomena? Nequaquam: fluidum hoc enim in omnia corpora, & quavis directione agit; ejus quoque actio fere ſemper ſimultaneis attractionibus, & repulſionibus manifeſtatur, quæ momento ceſſant, nec permanenti ferri in magnetem tendentiæ ullo pacto ſimiles ſunt.

Carteſius ut magnetis phænomena explicaret, cenſuit orbem terreſtrem ingentem veluti magnetem eſſe: huic polos duos magneticos eſſe a terreſtribus diverſos, borealem unum, auſtralem alterum; per hos vero polos in terræ ſuperficie, & in intimis materiam circuire celerrimam, & maxime activam: ferrum, & magnetem ea unica eſſe corpora, quorum pori apti ſint hanc materiam admittere; ab hac propterea illa per vadi, & juxta ſuum curſum dirigi ubicumque in illa incurrit: poſitis vero hiſce poris in lineas circulares diſpoſitis, uti peripheriæ per telluris polos magneticos tranſeuntes, & directioni fluidi circa hos polos fluentis conformibus, fluidum iterum ferri, & magnetis polos ingredi, poſtquam exierit, & circa hæc corpora vorticem efficere magis minuſve amplum, & validum pro diverſis horum corporum diſpoſitionibus: aurum, & marmor circa ſe hunc vorticem non habere, vel quia poros non habent aptos magneticum effluvium tranſmittere; vel quia effluvio exitum quaquaverſus concedentes, illud regredi non faci-

ciunt, nec ita dirigunt, ut ab auro in marmor, & ab hoc in illud tranſeat.

Hæc hypotheſis primo intuitu philoſophica, paulo attentius conſiderara commentum apparet. Suppoſita enim fabula effluvii circa tellurem decurrentis, & in ferro & magnete confictis poris quibuſcumque, nullum magneticum phænomenon inde ſequetur. Hic *directionem* dumtaxat conſideremus, quæ fluido Carteſiano magis conſentanea videtur.

„ Quid contingeret, inquit prudens Nolletus, „ ſi in medio flumine ſtatuerem lignum ad di- „ midiam ſuam longitudinem ſuſpenſum, & æ- „ quilibratum? Si lignum hoc ſecus longitudi- „ nem ſuam perforatum eſſet, & ſecus decur- „ rentem aquam ſtatutum, ſane concipio in hac „ directione perſiſtere poſſe, fluido ita illud „ trajiciente. At ſi illud aquæ curſui tranſver- „ ſum collocarem, centro motus ſui ab extre- „ mis æque diſtante; non video qua ratione, „ niſi quid peculiare occurreret, directionem „ mutaturum eſſet; neque enim amplius ab a- „ quæ curſu trajiceretur, quum ex hypotheſi „ aquæ procurrenti ad angulos rectos ſitum eſ- „ ſet". Patet, eadem bina phænomena habitum iri, ſi lignum hoc canalibus, aut circularibus hiatibus interius pertuſum eſſet, qui a polo ad polum in maſſa majore, aut minore protraherentur. Quum polorum linea aquæ decurrenti eſſet parallela aqua per canales circulares tranſiret, prima poſitione non immutata: quum vero linea hæc eſſet aquæ curſui perpendicularis, aqua æquali vi utrinque ageret, & ejus actio nulla eſſet. Patet quoque, canalium figuram, quæ qualiſcumque ſupponi poteſt, cylindrica, ſpiralis, cochleæ inſtar, lævis, filamentis in unam, aut in diverſas partes inclinatis, nihil præſentem hypotheſim immutare, ſi aquæ tranſitum ſinunt: ſi vero tranſitum negant, corpus cujuſque formæ, quod una directione per-

va-

vadunt, præſentis hypotheſis vices omnino ſubire debet. Quæ quum ita ſint:

„ Fiat modo, pergit idem auctor, lignum hoc „ pertuſum non eſſe, non ab aqua penetrabile: „ profecto ſi ſit aquæ decurrenti parallelum, „ aqua utrinque ſecus ejus ſuperficiem fluens il„ lud in ſua directione detinebit, aut ſemper „ in ea directione ſtatuet, niſi quum lignum „ tranſverſum æqualem utrinque a centro mo„ tus aquæ impulſum ſuſtinebit.

„ Juxta hæc principia certiſſima, ſi acus ma„ gnetica pilos reſpicit propterea quia a mate„ ria quadam procurrente in hac directione tra„ ijcitur; videtur fore, ut ſi ejus extremis or„ tum, & occaſum reſpicientibus ſtatueretur, „ non amplius naturalem materiæ magneticæ „ directionem ſumere deberet: ſicuti tubus tranſ„ verſus ita æquilibratus perſeveraret, aqua per „ illum non amplius tranſeunte. Hoc tamen „ nunquam contingere novimus: & quacumque „ poſitione acus magnetica ſtatuatur, ſemper ad „ polos convertitur.

„ Ex noſtra quoque ſimilitudine ſequitur, ad„ dit auctor, a materia a telluris polo ad polum „ profluente acum cupream, cum argenteam æque „ ac ferream, aut chalybeam, eadem directio„ ne donari debere. Si enim in ferrum agit, „ quod illud facile traijciat, ut aſſerunt; alia „ quoque metalla movere debere videtur, quod „ illa non æque traijciat. Anne ventus flabel„ lum penetret oportet, ut illud convertat, & „ in ſua directione ſtatuat? Nonne ſatis eſt ſi „ ſecus illud perflet? Brevi: ſi materia magne„ tica non niſi ferrum magnete tactum permeat; „ acus cuprea iis conditionibus ſubeſſe videtur, „ quibus lignum noſtrum non pertuſum, quod „ non proinde minus aquæ curſum directione „ ſequeretur. "

VIII. Ex hic, & alibi (596) dictis ſequitur, *immediatam phænomenorum magneticorum cauſam adhuc*

adhuc latere. Cauſa hæc eſt tenuiſſimæ, & libere per denſiſſima corpora tranſeuntis materiæ actio: at quænam eſt hæc materia, quave ratione agit? quare non in aurum, in cuprum, aut in alia corpora? quare ferrum magnete tactum ad polos dirigit, non ad ortum, & occaſum? quare directio hæc ne in eadem quidem regione conſtans eſt, ſed Pariſiis, exempli gratia, in annos varia eſt ſatis ſenſibiliter, & regulariter? (592) quare eandem ferro in Peruvia, ac in Europa directionem non tribuit? quare in eadem ipſa regione acu magnetica a loco ad locum parum diſtantem translata, directio hæc mutatur? hoc adhuc latet: fortaſſe ſemper latebit. Phyſicorum duobus ſæculis hac de re ſtudia quam arduum ſit naturæ arcana detegere tantum oſtenderunt.

IX. At vero ſi horum phænomenorum cauſa immediata latet, ejus effectus ſatis innoteſcunt, ut inde utilitatem, & voluptatem arte capere poſſimus. Acu magnetica in fulcro æquilibrata nauta certo itinere navigat: & cæli, ac terræ indiciis omnibus deficientibus, ab hac acu navigationis directionem habet. Magnete occulto mira præſtigia artificium ignoranti exhiberi poſſunt. Exempli cauſa, muſca ferrea in horologio horas indicabat ſupra cupream laminam libere excurrens: magnes poſt laminam latens, & a rotis machinæ in gyrum actus illam ducebat. Parva quædam automata avium forma aquæ impoſita ad virgam accedebant, in cujus ſummitate illis eſca porrigebatur: circulator aſſerebat, vulgus credebat, acus has eſcam ſibi congruam appetere: at in avium noſtro latebant acus magneticæ: roſtrum levi motu hiabat, & claudebatur: in virga ſaligna alia acus magnetica latebat: in automatis roſtro borealis acus magneticæ polus anterior ſit: huic objecto auſtrali virgæ polo accedet automa, ejus roſtrum aperietur, & oblatam eſcam appetere videbitur: at obje-

objecto virgæ polo boreali, recedet automa, & eſcam refugere videbitur. Hinc quot hujuſmodi præſtigia artificiali, aut naturali magnete exhiberi poſſint ſatis apparet.

Electricitas in viventibus.

1102. ASSERTIO. *Fluidum electricum analogum videtur fluido animali, a quo ſenſationes noſtræ, & motus procedunt.*

EXPLICATIO. Quæcumque ſit humanæ animæ ſedes, veroſimillimum eſt, eam in præcipua aliqua cerebri parte ſitam eſſe, unde corpus regat; ſive eadem ſedes hæc in omnibus ſit; ſive diverſa. (*Met.* 480)

Jam vero certum eſt, *medium communicationis* dari animam inter, & corpus: medium hoc temporis momento corporis affectiones ad animam tranſmittere, ad corpus vero motus ab anima imperatos; medium hoc eſſe fluidum tenuiſſimum, atque celerrimum, unico inſtante minimo aptum a cerebro ad extremum corpus, & hinc illuc actionem ſuam transferre. (*Met.* 481)

Fluidum hoc hiſce proprietatibus præditum illud eſt, quod *ſpirituum animalium* nomine ſenſationes, ac motus noſtros efficit (*Met.* 547). Quanta inter hoc fluidum, & electricum analogia ſit brevibus verbis indicemus.

I. Fluidum electricum denſiſſima, & tenuiſſima corpora celerrime permeat; & a termino, ad terminum quantumvis remotum in inſtanti agit (1079): idem præſtat fluidum animale, quod per tenuiſſimos fibrarum, & nervorum tubos in inſtanti a cerebro ad extremum corpus; & hinc illuc impulſum ſuum propagat. Hinc ſenſationes, motuſque noſtri tum liberi, tum neceſſarii.

II. Fluidum electricum in corporibus electricis motu, & affrictu excitatur: fluidum animale in humano corpore affrictu, motu, inteſtina fermentatione quadam ſubſtantiarum animalium, & vegetabilium, quibus vita ſtat, excitatur: motu hoc inteſtino cum vita ceſſante, ſpiritus ani-

animales inertes ſunt in corpore nullum amplius motus principium habente.

III. Fluidum electricum in corporibus congregatum aliquando in ſpontaneas eruptiones emicat, ac impulſus vi diverſos efficit (1272, 1093): Fluidum animale nonne ſimiles in nobis effectus edit, motus nempe ſubitos, & involuntarios, quorum cauſa inſueta fluidi hujus motoris eruptio eſſe videtur?

Apoplexia, qua ſæpius Deus ſæculum noſtrum terret, quin ſapientius fiat, nonne a violenta hujus fluidi eruptione in ſuis canalibus coacervati oriri poſſet? quæ eruptio fulmini ſimilis vitæ organa aliquando deſtruit, aliquando ea tantum vitiat, & fluido motori admittendo, aut excitando inepta reddit. Inde mors, aut paralyſis.

IV. Fluidum electricum a corpore in corpus irruit effuviis oppoſitis, & ſimultaneis. Nonne & ffluidum animale a corpore in corpus ſimili ratione traiici videtur? Inde *morbi epidemici*, (uti peſtis) qui contactu, aut propinquitate contrahuntur. Inde fortaſſe vehemens *ille amor*, aut *odium illud*, quod coram quibuſdam objectis excitatur, iis abſentibus ſilet.

V. Electricitate quædam corpora attrahuntur, quædam repelluntur: quare non ſuſpicemur a fluido animali ſimilia in homine effici, *antipathias* ſcilicet, & *ſympathias naturales*, quibus ratio non præeſt. Alia enim ratione annuente appetimus, aut averſamur, alia ratione non annuente: has affectiones approbare, aut improbare ratio poteſt, earumque effectus permittere, aut impedire; ne illas tamen ſentiamus vetare nequaquam poteſt, quæ machinamento quodam in nobis oriri videntur.

CONCLUSIO. *Fluidum electricum profecto unum eſt ex generalibus naturæ agentibus.* Vaporum, & exhalationum elevationem juvat, meteororum formationem, plantarum vegetationem, fortaſſe etiam viventium omnium propagationem.

nem. At illud exiſtere ſcimus: qua ratione agat ignoramus.

Fluidi electrici natura.

1103. ASSERTIO I. *Fluidum electricum non eſt fluidum aereum.*

DEMONSTRATIO I. Experientia conſtat, corpora in vacuo optime electrica fieri, & electricos effectus producere ſub recipiente pneumatico, ubi aeri aditus intercluſus eſt, & quo vapor electricus metallico cylindro conductori adnexo traducitur. Ergo fluidum electricum in vacuo floccos lucidos, ſcintillas, crepitus, commotiones edens non eſt aer. Ceterum aer lucidus fieri nequit, neque accendi, aut urere, ut fluidum electricum.

II. Experientia conſtat, aeris actionem eſſe ſucceſſivam: ejus commotiones ad 4000 hexapedas vix poſt 23 temporis ſecunda ſentiri (760); harum vero vim decreſcere in duplicata diſtantiarum ratione (762). Ergo electricum fluidum, cujus actio videtur inſtantanea, & ſi per filum ferreum ad 4000 hexapedas traducatur, nihil apparet imminuta, nihil cum aere commune habet. Q. E. D.

1104. ASSERTIO II. *Fluidum electricum re ipſa videtur eſſe ignis purus, aut commixtus.*

EXPLICATIO. I. Fluidum ſplendens lucis inſtar, ad maximas diſtantias, ut lux, agens, cui ab impulſu, & affrictu omnes lucis proprietates tribuuntur; quid ſit, niſi lux ipſa, quæ ab igne elementari diſtincta non eſſe videtur? (1051)

II. Fluidum, quod, ut ignis elementaris, per omnia orbis noſtri corpora ſemper diffuſum eſt, quod, ut ignis, a corpore corpori communicatur, in corporibus, a quibus egredi nequit, coacervatur, eorum partes inflammabiles excitat, ab illis aut ſucceſſive, aut ſubita exploſione erumpit partes extraneas ſecum trahens, quæ

ejus

ejus maſſam, & actionem augent, fluidum hoc, inquam, eſſet ne ita igni analogum, niſi eandem naturam, eademque principia haberet?

III. Videtur ergo fluidum electricum & naturæ ignis elementaris, & naturæ phlogiſtici, & naturæ corporum volatilium, quæ ſecum abripit, aliquid habere. Ut *ignis elementaris*, lucet, ſplendet, ardet, ſi ictu, aut affrictu aut alia cauſa excitetur, qua exiliat. *Ut phlogiſticum*, ſuccenditur, exilit, crepitat, odorem emittit, colorat, & corporibus, quæ afficit, novas indit proprietates. Ut *ſubſtantiis volatilibus*, *& heterogeneis commixtum*, quas ſecum avehit, diverſitates exhibet corporibus, a quibus emanat, analogas.

Hac ratione certe fluidum electricum ſubſtantiarum vitrearum admodum ab eo diverſum apparet, quod e reſinoſis emanat: hac quoque ratione fluidum animale diverſas admodum in viventibus affectiones habere poteſt: ignis elementaris, qui ejus baſis eſt, in diverſa individua ſubſtantias heterogeneas advehit magis, minuſque volatiles, copia, ſpecie diverſas, a quibus in actione modificatur.

IV. Etſi lux, ignis elementaris, fluidum electricum una, eademque re ipſa ſubſtantia ſint; quum tamen cauſa hæc unica varias modificationes, ac commixtiones ſubeat, facile intelliges, inde effectus admodum diverſos eſſe poſſe, quos vel ingenioſiſſimis phyſicis arduum erit explicare. Experientia, & ratione triplex hoc principium ſatis agnoſcimus: ad ejus naturam, & conſectaria dignoſcenda non ſatis adjumenti ſuppeditant.

Objectiones diluendæ.

1105. OBJECTIO I. Vitrum facile lucem tranſmittit, non item fluidum electricum: ergo hæc duo fluida diverſa ſunt. Plures aliæ rationes

aliaque experimenta ad diverſitatem hanc comprobandam afferri poſſent.

RESPONSIO. Contendit Franklinus, vitrum a fluido electrico non penetrari; adeo ut fluidum hoc ab una ad aliam vitri ſuperficiem breviori via pergere nequeat, ſed tantum via ſuperficiei ſuperiori, exempli cauſa, parallela, unde ad inferiorem ſuperficiem parallelum pergat; & viciſſim ſecus internam ſuperficiem ad externam. Contendit Nolletus hoc experientiæ, & rationi contrarium eſſe: probationes vero, quas affert, victrices nobis videntur. Verum ab experimentis pro utraque ſententia allatis ſequitur, vitrum facillime lucem tranſmittere, difficillime fluidum electricum, quod multo facilius ſubſtantias animales, & metallicas permeat, quam vitreas Quare in utraque hypotheſi objectio ſtat; & inter lucem, & fluidum electricum diverſitatem naturæ ſtatuere videtur.

I. Ut generali reſponſione objectionibus hujuſmodi, quæ innumeræ afferri poſſent, occurramus, ſatis erit animadvertere, ſæpius *modificationem*, & *commixtionum* diverſitatem eidem materiæ, eidemque principio multiplicem naturam indere videri. Exempli cauſa, nonne idem fluidum diverſo modo modificatum, atque commixtum ſimul eſt aer, ventus, ſonus, corporum principium, quum tamen eadem ſubſtantia, idemque principium eſſe perſeveret? Quare lux diverſis modificationibus, ac commixtionibus eſſe nequeat ſimul lux, ignis elementaris, materia electrica?

II. Etſi lux, ignis elementaris, fluidum electricum unicum re ipſa principium eſſe videantur; certum tamen eſt, hoc principium diverſis modificationibus indigere, ut luceat, ut ardeat, ut electrizet. Qua modificatione lucet, non ſemper urere poteſt; qua modificatione ardet, & lucet, non ſemper eadem fit electrica; & viciſſim.

III. Hoc ipſum principium unicum modifica-

tione donatum, qua ſit lucidum, & quæ motus per lineam rectam eſſe videtur, libere vitri poros in directum poſitos permeat: modificatione donatum, qua ſit electricum (ponamus hanc in motu circulari conſiſtere) non jam vitri poros pervadet, ſed primo vitri ſtrato penetrato reflectetur, & ſecus vitri ſuperficiem rotabitur magna ſaltem ex parte per unum vitri interſtitium intrans, per alterum exiens. Ita intelliges, idem fluidum una modificatione per vitrum libere tranſiturum, altera non item. Non ergo propoſita objecto duplex principium probat lucis & materiæ electricæ: duplicem enim modificationem tamen probabit in eodem principio: etſi duplicis hujus modificationis naturam ignoremus.

IV. Quum lux, aut ignis elementaris aliis ſubſtantiis commixtus fiat phlogiſticum (1053); quare idem principium alia ratione aliis ſubſtantiis commixtum non fiat materia electrica? In hac hypotheſi admodum veroſimili eadem materia eſſet *lux*, aut *ignis elementaris*, quum movetur pura, & nulli rei commixta; *phlogiſticum*, quum ſubſtantiis commixta eſt naturalem ejus mobilitatem coercentibus: *fluidum electricum*, quum aliis ſubſtantiis commixta eſt aptis diſſipari, & attractiones, & repulſiones efficere. Ita idem fluidum *in diverſis ſtatibus* modo purum, modo hac, modo illa ratione commixtum phænomena exhiberet, quæ conciliari non poſſe viderentur & diverſas cauſas poſtulare, etſi communis eorum cauſa eſſet idem fluidum varie modificatum, atque commixtum. Quare quum ita ſint etſi fluidi ignei, & electrici varietates ſatis apte explicare nequeamus; non hæ propterea diverſum principium probant; poſſunt enim a diverſis ejuſdem principii modificationibus, & commixtionibus proficiſci.

Hæc modificationum, & commixtionum multiplicitas, quas evidenter admittere poteſt idem fluidum modo ut lux, modo ut ignis elementa-

ris, modo ut phlogiſticum, modo ut materia electrica conſideratum, cavillationes præcidet, quibus a lucis, ignis, & electricitatis phænomenis triplex principium quiſpiam inferre vellet.

1106. OBJECTIO II. Major ignis copia in tellure eſt hyeme, quam æſtate: & tamen electricitas vividior eſt hyeme frigida, & ſuda, quam æſtate; ergo ejus cauſa non eſt ignis: cauſæ enim effectus eſt ſemper proportionalis (311): ergo fluidum electricum & igneum diverſa ſunt.

RESPONSIO. Electricitas eſt effectus cauſæ mechanicæ, materiæ in motu poſitæ, qui ſemper eſt productum maſſæ in velocitatem. At nonne minor maſſa maiori velocitate poteſt cum fœnore compenſari? Etſi ergo major fluidi electrici in corporibus æſtate copia ſit, quam hyeme, non propterea ſequitur ejus actionem ſemper eſſe debere ejus quantitati proportionalem.

I. Hyeme, & cælo ſudo vitri interſtitia, exempli cauſa, minus aperta ſunt: difficilius ergo exitum fluido electrico præbent in illis incluſo: hoc vero diutius a cauſa excitante ſubactum tandem tota ſua vi erumpit. Contra vero æſtate interſtitia magis patent, fluidum electricum vix excitatum exilit antequam vires auxerit, & actionem roboraverit.

II. Humente cælo languet electricitas: quum enim ipſa primum a corpore electrico in motu poſito oriri debeat, in humore corpori electrico, & electrizanti adhærente obſtaculum invenit, ne explicetur; quum aqua, quæ corpus eſt communicatione electricum affrictu electrica non fiat. (*)

III.

(*) *Humente cælo ideo in machina languet electricitas, quia tunc humiditas aerem efficit communicatione electricum; ab hoc ambiente propterea magna vaporis pars diſſipatur, nec in conductorem totus concervatur.* Interpres.

III. Fluidum electricum juxta notiones a nobis traditas non tantum eſt purum fluidum lucidum, aut igneum, ſed corporum ſubſtantiis magis volatilibus, & inflammabilibus commixtum. Quum corpus affrictu fit electricum, excitatur fluidum igneum in interſtitiis corporis tum electrici, tum non electrici, quæ reciprocam frictionem ſubeunt, ac volatiles, atque inflammabiles magis ambo rum corporum partes ſegregantur, & excitantur: novæ fluidi ignei, & partium affrictu ſegregatarum commixtiones fiunt: hinc novum fluidum agens, quod in intimis, & in ſuperficie corporis electrizati coacervatur, circa quod *accidentalem*, & temporariam *athmoſphæram* efficit extenſione varia pro varia corporis, quod ejus veluti baſis, & principium eſt, natura, & diſpoſitione. Quum corpus communicatione electricum fit, fluidum electricum in corpore electrizato jam excitatum ad corpus, quod illud recipit, accurrit, ibique coacervatur; ibi fluidum igneum, parteſque volatiles, atque inflammabiles excitat, *quas illic invenit*: inde in corpore communicatione electrico vividior, ac fortior electricitas, quam in corpore affrictu electrico.

IV. Certum eſt, electricitatem in athmoſphæra terreſtri vires ſuas exerere, ubi fulmen, quæque ex illo pendent phænomena parit (1098). At quonam phyſico machinamento ita athmoſphæra, aut ejus pars electrica fit? Nolletus ad duarum nubium electricitatem mutuum tantum earum affrictum poſtulat: neque hæc opinio quidpiam rationi, aut electricis experimentis oppoſitum præſefert. Aer eſt *idioelectricus*; neque enim communicatione, ut vitrum, cera Hiſpanica, reſina, electricus fit. Vapores, & exhalationes ſunt corpora *non electrica*; vapor enim eſt tantum aqua attenuata, quæ optime communicatione fit electrica: exhalationes vero ut plurimum ſunt tenues corporum communicatione

electricorum particulæ. Itaque quum a corporis electrici, ut globi vitrei, & non electrici, ut hominis manus, affrictu electricitas in globo excitetur; quare magna veriſimilitudine cenſere non liceat, ab affrictu corporis electrici, qualis eſt aer, & non electrici, quales ſunt vapores, & exhalationes, electricitatem excitari quæ in nube fulgurat, tonat, fulminat: nubes quippe eſt immenſa aeris, vaporum, & exhalationum collectio.

Cæleſtis electricitas ſæpius, & vehementius æſtate, quam hyeme exeritur: ignis enim, qui baſis præcipua eſt, atque principium *fluidi electrici*, in telluris ſuperficie, & in athmoſphæra copioſior eſt æſtate, quam hyeme; æſtate quoque a terra, & a vegetantibus plures exhalant partes volatiles, & inflammabiles aptæ igni commiſceri, & fluidum electricum in nubibus fieri.

Concluſio generalis.

1107. Facilius eſt volumina, quam cognitiones in re electrica augere. Plura adhuc experimenta afferentes, pluribus explicandis immorantes, ſingulis difficultatibus, quæ ſententiæ noſtræ obiici poſſunt, reſpondere nitentes non majorem rei electricæ lucem attuliſſemus. Quæ res conjecturas tantum, & probabilitates admittit, ut fluidum electricum, æternis contentionibus materiam ſuggeret nunquam definiendis. *Diſputatio*, dixit olim ſapiens quidam, *longius adhuc protrahi poſſet: ſatius eſt ergo illius finem facere.*

Fluidum tenuiſſimum nos illuminat: eſt hoc *lux*, de qua primis duabus ſectionibus ſexti hujus tractatus egimus. Fluidum tenuiſſimum nos calefacit: eſt hoc *ignis*, de quo ejuſdem tractatus ſectione tertia. Fluidum tenuiſſimum naturam agitat, eamque aliquando, imo fortaſſe ſemper electricam efficit: eſt hoc *materia electrica*; de qua poſtrema hujus tractatus ſectione ſermo fuit.

fuit. Tria hæc *unicum fluidum* eſſe videntur, cui diverſæ modificationes, ac commixtiones diverſas tribuunt proprietates: eſt hoc poſtremarum duarum ſectionum argumentum. Itaque *Sol* globus magnitudine, & electricitate immenſus circa axem ſuum, ac centrum perpetuo converſus, & in intima ſua ſubſtantia ſive ſolida, ſive fluida fermenteſcens perpetuos a centro, in quo eſt, mundi planetarii torrentes eijcit tenuiſſimæ, & celerrimæ materiæ, qua naturam univerſam illuſtrat ſimul, calefacit, & electricam reddit. At poſtquam ſolem eſſe noverimus primum, & indefectibilem lucis, ignis, electricitatis fontem, meminerimus hic *theoriæ ſolarium influxuum* initium, & finem eſſe; cetera omnia, quæ adderentur, ſomnia eſſe hac æſtate jam peſſundata, ut in operis præfatione monuimus. Permanens ſolis irradiatio tellurem, ac planetas reliquos perpetuo illuminat, calefacit, electrizat. Hæc vera ejus actio eſt, verus hic ejus influxus. At non ab hac irradiatione corporum gravitas, non planetarum motus curvilineus, non maris æſtus, aliaque phænomena, in quæ nihil agit.

Fruſtra ad *ſolarium influxuum ſyſtema* amplificandum obſoleta jam ſyſtemata e tenebris educerentur, cujuſmodi ſunt fabula ignis centralis (501) ſphæræ igneæ fundamentalis nomine iterum propoſita: plenum Carteſianum minimis vacuis pro libidine commixtum (1399): radiatio Leibnitiana (1338) minus philoſophica: fruſtra adderetur ſomnium mutationis ſolaris ſine cauſa, & ſine effectu: alia quædam innumerarum athmoſphærarum fabula circa corpora diffuſarum inter ſe, & cum terreſtri athmoſphæra immiſcibilium: alia quoque fluidi cujuſdam univerſalis ab igne, atque alio quovis noto fluido diſtincti. Idem dic de ceteris. Ab univerſa hac principiorum cengerie nunquam emerget curvilineus planetarum motus, or-

do naturæ, corporum extenſio, ſoliditas, gravitas, elaſticitas. Quin ſi in hoc ſyſtemate omnia explicantur, ut quidam putant, monere audemus, dandas explicationes nihil comicis, & ridiculis hiſtrionum blaterantium verbis meliores futuras.

Poſt terreſtris globi, eorumque, quæ ad ipſum ſpectant propoſitum ſpectaculum, aliud ſublimius, nec minus ſtudiis noſtris dignum exhibere pergimus immenſorum eorum orbium, qui circa nos aguntur, & quibus ope fluidi lucidi, cujus theoriam tradidimus, communicamus.

Finis Voluminis Tertii

AP-

APPENDIX

AD SECTIONEM QUARTAM

DE THEORIA ELECTRICITATIS.

Interprete Auctore.

Auctor noſter in re electrica Nolletum præſertim ſequutus eam ſententiam amplexus eſt, quæ paucos ſemper ſectatores habuit, per hos dies ferme nullum. Statuit enim, duplex haberi in electriciſmo ſimultaneum effluvium, alterum effluens e corpore originе electrico, alterum affluens a corpore communicatione electrico ad idioelectricum; a quorum oppoſitorum effluviorum conflictu phænomenorum omnium electricorum explicationem deſumere nititur: quo fit, ut experimenta, & phænomena electrica ab auctore noſtro hac ſectione allata, etſi veriſſima ſint, tamen præpoſtere explicentur. Nos itaque operæ pretium fore duximus, ſi probatiſſimis de re electrica principiis ſtatutis ea traderemus, quibus & ab auctore noſtro propoſita apte explicarentur, & alia plura phænomena (infinita enim propemodum ſunt) hiſce principiis ducibus quiſque proprio marte facile explicare poſſet. Nonnullis propoſitionibus quæ hac in re addenda cenſemus brevitati quantum fieri poterit conſulentes complectemur.

1. PROPOSITIO I. *Vapor electricus* (hoc nomine materiam tenuiſſimam in qua vis electrica ſita eſt, cum Neutono Opticæ lib. 3. quæſt. 8. nuncupamus), *non extimam tantum ſuperficiem corporum communicatione electricorum, ſed intimam quoque eorum ſubſtantiam permeat.*

Probatur pluribus experimentis. Virgæ metal-

tallicæ ſuperficies magna ex parte liquata pice, aut cera hiſpanica obtegatur, extremitatibus exceptis: hæc ſolitaria conductoris vices geret; & ab uno ejus extremo machinæ admoto ad aliud extremum vaporem electricum traijciet, & ſigna electrica dabit. Tranſit ergo vapor electricus per ipſam intimam virgæ ſubſtantiam; per ſuperficiem enim a pice aut cera hiſpanica, quæ corpora idioelectrica ſunt, illi tranſitus interdictus eſt.

Id ipſum Cl. Beccaria expertus eſt tubo vitreo pedem, & amplius longo, mercurio pleno, & utrinque aperto. Altero hujus orificio conductori electrico admoto, ab altero ſcintillam eduxit.

Hoc præterea alia phænomena plurima invicte probant. Vaporis electrici ictus metalla liquat: hic vapor liquores dilatat, plantarum, ut & auctor noſter refert (1086), vegetationem accelerat, animalia intima concuſſione afficit, atque enecat. Hæc ne contingerent, niſi vapor electricus intima corporum pervaderet?

2. PROPOSITIO II. *Vapor electricus dum per corpora communicatione electrica diffunditur, 1. ſecundum eorum longitudinem potius fertur, quam ad latera; 2. ad aliquam diſtantiam ab alio ad aliud tranſit, 3. ad acumina majori copia fertur, & ab acuminibus majori copia, & facilius erumpit.*

Hæc omnia experimentis probantur. Primum quidem experimento Monierii in actis Acad. Pariſ. 1747. Lamina plumbea quadrata electrica effecta radios minus vividos ab extremitate projicit, quam quum in tænias conciſa longior facta fuit, & anguſtior. Idem probat alterum Beccariæ experimentum, in quo a virga metallica electrica ad globulum metallicum ad latera ſuſpenſum, & ſupra virgæ extremitatem pollicem elevatum radii electrici proceſſerunt per arcum, cujus virga producta tangens fuiſſet. Niſi ergo

go vapor electricus longitudines ſequi affectaret, recta tranſverſim ad globum accurriſſet.

Secundum probatur. Si enim machinæ electricæ conductori alter conductor ad exiguam diſtantiam ſolitarius ſtatuatur, hic alter conductor a primo electricitatem mutuatus in altero extremo ſigna electrica exhibebit.

Tertium experimento ſatis communi, & multiplici probatur. Si enim conductor electricus in cuſpidem deſinat, ad majorem diſtantiam radii electrici ex illo in tenebris produci videntur: ſi idem conductor qua parte a machina vaporem haurit, cuſpidibus inſtructus ſit, facilius, & majori copia e globo vaporem ebibit.

Si acutiſſimam cuſpidem phialæ Lugduno Batavæ electricæ ad aptam diſtantiam admoveas, totum ejus vaporem electricum nulla exploſione hauries; ut adnotavit etiam Cl. Toaldus in egregio ejus opere ſupra laudato de conductoribus electricis.

Nota. Etſi corpora in acumen deſinentia ita, ut diximus, vaporem electricum attrahant, hunc tamen in illis non coacervari, ſed ſenſim diſpergi experientia docet; adeoque magis rarefactum ſucceſſive erumpere. Contra vero ſi conductor in ſphæram metallicam deſinat, vapor electricus in eo admodum condenſatus, quum ſcintilla educitur magna copia, magnoque impetu aut totus, aut ferme totus ſimul ex illo erumpit. Hinc eſt, quod in conductoribus machinæ electricæ cuſpides, & angulos præcidi quantum fieri poteſt neceſſe eſt, ne vapor coacervatus diſpergatur. In conductoribus vero cuſpides fiunt, & machinæ admoventur, ut vaporem aptius, & copioſius hauriant; at ne in cuſpides deſinant cavetur, ne facilius diſpergant.

Nota ſecundo, aerem aliquanto quidem vaporis electrici diffuſioni reſiſtere, non omnino tamen: ceterum a conductore electrico radii erumpentes non apparerent.

3. PROPOSITIO III. *Nulla habentur electricitatis ſigna inter duo corpora, in quibus eadem ſit electrici vaporis denſitas: contra vero ſemper inter duo corpora electrica ſigna apparebunt, quando in uno major ſit electrici vaporis denſitas, in altero minor.*

I. Ante probationem ſuppono, quod nemo negat, vaporem electricum ubique diffuſum eſſe, atque aliqua ejus portione corpora omnia donari.

Suppono quoque, dum globus, vel diſcus vitreus, perfricatur, in illum majorem electrici vaporis copiam colligi: hoc vel ipſa eruptio vaporis hujus a conductore acuminato ſatis probat

Suppono tertio vaporem hunc electricum a corpore origine electrico conductóri communicari, atque in hunc ſolitarium pariter coacervari, & ubique, ceteris paribus, per illum diffundi. Probatur hoc vel ex eo, quod conductor hic (alii conductorem quemvis, & corpora illi adnexa communicatione electrica generico nomine *catenam* vocant) ubique eadem electrica ſigna edit.

II. His poſitis propoſitio probatur. Si conductor, ſeu catena electrica ſolo communicet, nulla apparent ſigna electrica; quantum enim vaporis a machina illi communicatur, tantundem a catena per ſolum, & corpora ambientia diffunditur. Si vero conductor ſolitarius ſtatuatur, tunc utique admoto corpore communicatione electrico, ſigna electrica habentur. Satis jam hoc indicat, in primo caſu vaporem æqualiter per omnia ea corpora diffuſum eſſe; adeoque nullibi exceſſum eſſe, aut defectum. In ſecundo vero caſu, vaporis exceſſum haberi in conductore, in quem ab affrictu globi vapor coacervatus tranſmittitur; conductorem vero accedenti corpori communicatiòne electrico vaporis ſui exceſſum impertiri, ut æqualiter utrobique diſtribuatur.

III.

III. Pater Beccaria (1) celeberrimus ſcientia vir, & in re electrica egregie verſatus, virgam metallicam recipienti vitreo ita inſeruit, ut aeri aditus interclusus eſſet: virga e recipiente extabat, a baſe vero metallica, cui recipiens inſiſtebat, diſtabat pollices ferme ſex. E recipiente aerem hauſit; ſummitatem virgæ conductori electrico applicuit. Excitata rotatione globi electricitate obſervavit, ſi machina pneumatica ſolo inſiſteret, perpetuo ex infima virga effundi faſciculum radiorum ipſi baſi perpendicularem. Tunc ſi corpus communicatione electricum virgæ admovebatur, nulla apparebant ſigna electrica. At vero ſi machina pneumatica ſtatuebatur, faſciculus radiorum uno minuto ſecundo conſpiciebatur, dein extinguebatur: tunc admoto virgæ corpore per communicationem electrico, ab ea ſigna electrica obtinebantur. Prima itaque experimenti pars indicat, perpetuo vaporem electricum a virga in ſubiectam baſim metallicam traduci, & ab hac per ſolum diſpergi; altera experimenti pars indicat, evaneſcente radiorum faſciculo, vaporem cœpiſſe in virga coacervari; quod confirmant ſigna electrica tunc obtenta.

Porro diverſi hi duo hujus experimenti effectus ſatis probant, *vaporem electricum, niſi impediatur, per corpora contigua communicatione electrica æqualiter diffundi*; obſtaculo vero occurrente, & diffuſionem impediente *in corpus globo contiguum per exceſſum coacervari*; & in primo caſu, quum nullus habeatur vaporis ulla in parte exceſſus, aut defectus, nulla haberi electricitatis ſigna; quum vero in ſecundo hic exceſſus habeatur, ſigna haberi electricitatis. In hoc enim caſu corpus virgæ admotum commu-nem

(1) *P. Beccaria lib.* 1. *cap.* 2.

nem tantum electrici vaporis copiam habet, virga vero majorem habet copiam in illa coadunatam.

IV. Id ipſum contingit, ſi corpus partem amittat naturalis vaporis, & corpus communicatione electricum, ſed naturali electrici vaporis copia præditum illi admoveatur: tunc enim ſigna electrica habebuntur, corpore hoc partem ſui vaporis alteri minus electrico communicante. Si enim machina electrica ſolitaria ſtatuatur, conductor dabit quidem initio ſigna electrica; ſed iſta ſubinde ceſſant, etiamſi globus perfricari pergat; indicat hoc vaporem a machina amplius non ſuffici, quum a ſolo non amplius hauriat, quem conductori ſufficiat. Tunc vero machinæ ipſi admoveatur corpus communicatione electricum; dabit illa ſigna electricitatis: probat hoc, minori copia vaporis machinam donatam eſſe, quam corpus admotum, quod tota naturali ſua electrici corporis portione gaudet.

NOTA I. *Signorum electricorum* nomine intelliguntur attractiones, & repulſiones corpuſculorum, commotiones, flocci lucidi, ſcintillæ, aliaque hujuſmodi.

II. Corpora, in quibus major ſit vaporis electrici copia, quam quæ natura eſt in ceteris corporibus, dicuntur *electrica per exceſſum*, ſeu *poſitive electrica*; in quibus vero minor eſt electrici vaporis copia, quam quæ in ceteris natura ſit, dicuntur *electrica per defectum* ſeu *negative electrica*. Atque hac in re nota, ſulphur, picem, reſinam, aliaque hujuſmodi corpora affrictu fieri negative electrica: vaporem electricum ſcilicet in ſe non coacervare, ſed in corpora ſibi communicantia proprium vaporem tranſmittere. Valebit cognitio hæc ad plura horum corporum phænomena intelligenda, & explicanda.

III. Quæ hactenus ad propoſitionis probationem allata ſunt, ex eo etiam confirmari poſſunt,

ſunt, quod nulla inter conductoris continui, nec ſcabri partes, quantumvis prælongus ſit, apparent ſigna electricitatis: unde colliges per illum vaporem eſſe æque diſtributum; at inter conductorem, & machinam ea ſigna deprehendi. Sint enim duo homines ſolitarii ambo manu conductorem jam electricum tangentes; ſi alter alteri digitum admoveat, nulla obtinebunt ſigna electrica: ſunt enim ipſi pars conductoris; & inter illos, & conductorem vapor a globo ſuffectus eſt æque diſtributus. Hæc quo ad primum.

Quo ad ſecundum: ſeſe ſtatuat homo ſolitarium inter machinam, & conductorem, quem manu teneat: erit jam ipſe pars conductoris: manum machinæ admoveat, omnia obtinebit ſigna electrica. Pari modo ſi conductore dimiſſo manum machinæ applicet: fiet tunc pars machinæ; & ſigna omnia electrica a conductore obtinebit.

4. COROLLARIUM. Ex hactenus expoſitis manifeſte ſequi videtur, *vaporem electricum ad æquilibrium tendere; & phænomena electrica omnia inde eſſe, quod ſublatum inter corpora vaporis electrici æquilibrium reſtituatur*. Hoc ipſum magis quoque in ſequentibus eluceſcet; ampliuſque probabitur: eſt enim totius theoriæ electricæ fundamentum.

5. PROPOSITIO IV. *In corporibus actu electricis duplex effluvium non eſt admittendum, alterum e corpore idioelectrico effluens, alterum ſimultanee a corpore communicatione electrico ad idioelectricum affluens; ut auctor noſter cum Nolleto arbitratur.*

I. Propoſitio hæc Nolleti, & auctoris noſtri ſyſtema prorſus evertit, ac perſpicuis, & certiſſimis experimentis probatur; ac primo quidem, ſi tum machina, tum conductor ſolitarii conſtituantur, poſtquam e conductore aliquæ eductæ fuerint ſcintillæ nullum amplius habetur ſignum ele-

electricum, quamvis machina verſari pergat ? Ergo nulla amplius a machina ad catenam effluit materia electrica. Ergo machina omnino vapore ſuo exhauſta eſt. Si ergo illi admoveatur corpus communicatione electricum, nullus a machina ad ipſum affluxus vaporis electrici fieri deberet: adeoque nec ullum electricitatis ſignum haberi: quandoquidem in horum auctorum ſententia quotieſcumque habetur ſignum electricum, mutuus ille, & ſimultaneus habetur affluxus, & effluxus. Atqui admoto illo corpore ſigna electrica apparent; ergo hæc non habentur per mutuum vaporis effluxum, & affluxum. Ergo mutuus hic effluxus, & affluxus eſt commentitius.

II. NOTA. In caſu hoc, exhauſta machina electrica eſt *negative electrica*; corpus vero illi admotum reſpectu illius eſt *poſitive electricum* Quare ab hoc illi pars ſui vaporis communicatur ita, ut inter illud, & machinam vapor æquabiliter ſit diſtributus, & æquilibrium aſſequatur.

III. Probatur ſecundo propoſitio. Si quum vapor e conductore jam electrico in corpus admotum effluit, alius vapor in conductorem affflueret (ut in horum auctorum ſententia affluere deberet), jam quantum conductor effluxum amittit, tantundem affluxus obtineret; ergo, jactura reſtitutione ſemper compenſata, conductor ſemper electricus per exceſſum eſſe deberet; ſed hoc experientia falſum evidenter oſtenditur; præſertim ſi machina ſolitaria ſit: ceſſant enim tunc citiſſime ſigna electrica; ergo mutuus aſſertus materiæ electricæ effluxus, & affluxus non habetur.

IV. Probatur tertio ex eo, quod ſi conductori jam electrico admoveatur cuſpis metallica, in hac ſtellula lucida apparebit. Tangat tunc aliquis conductorem; ſtellula evaneſcit. Porro hoc in Nolleti ſententia explicari nequit, quum in illa

illa oppoſitum evenire debeat. Per Nolletum enim ſtellula eſt vapor a cuſpide emanans ad vaporem a conductore effuſum ſupplendum. Atqui quum quis conductorem tangit, tanto majorem copiam vaporis amittit conductor, illum tangenti communicans; ergo tanto magis compenſatione indiget a cuſpide metallica; ergo tanto magis in hac ſtellula apparere deberet ad jacturam compenſandam. Ergo ſententia Cl. Nolleti nulla ratione admittenda eſt.

5. COROLLARIUM I. Ex hactenus probatis, aperte ſequitur, *quotieſcumque inter corpora occurrunt ſigna electrica, ſemper ab uno corpore vaporem emitti, ab altero admitti.*

6. VI. COROLLARIUM II. Sequitur etiam quod ſupra innuimus, *electriciſmum omnem ad duplex, & contrarium genus adduci; ad electriciſmum ſcilicet per exceſſum, & per defectum.* Etſi hoc ex præcedentibus deſcendat; tamen eleganti, & facili experimento Patris Beccariæ evidenter confirmatur. Pendeat a conductore planum metallicum: e conſpectu ſit aliud planum metallicum cum ſolo communicans, alteri plano parallelum, & diſtans pollices quatuor aut quinque. Medium inter hos ſuſpendatur a filo ſerico uno ex ſuis angulis quadratum ex craſſiori charta bracteolis metallicis obductum, & pollices ferme duos latum. Electrizetur conductor: illico quadratum hoc oſcillare incipit, & angulis diagonaliter oppoſitis a plano ad planum perpetuo alternatim ferri: accedente vero quadrati angulo ad planum a conductore pendens, ab hoc emergit floccus lucidus: accedente quadrato ad oppoſitum planum ab hoc emergit ſtella. Porro hæc phænomena in ſingulis oſcillationibus conſtanter apparent. Ex quibus rem ita perſequor.

I. Floccus, & ſtellula ſunt diverſa electricitatis ſigna; ergo jam diverſus eſt planorum electriciſmus.

II.

II. In planum a conductorependens, quodque propterea ipſius conductoris pars eſt, vapor electricus a machina perpetuo tranſmittitur. Ergo planum hoc erit electricum per exceſſum: electricitatem ſuam quadrato communicat per floccum; ergo floccus eſt electricitatis per exceſſum indicium. Jam modo quadratum ipſum erit electricum per exceſſum reſpectu plani oppoſiti: hunc itaque ecceſſum illi cummunicat; & communicationis hujus indicium eſt ſtellula. Ergo ſtellula eſt electricitatis per defectum indicium. Porro hæc, quæ in hoc experimento, in tenebris præſertim, apertiſſime conſpiciuntur, in ceteris electricis experimentis quoque rite obſervanti innoteſcunt; ergo ad electricitatem per exceſſum, & per defectum omnia tandem adducuntur.

COROLLARIUM III. Ex his quoque tendentia vaporis electrici ad æquilibrium manifeſte elucet; ab eaque electrica phænomena eſſe repetenda plane probatur.

COROLLARIUMIV. Ex dictis colliges qua ratione dignoſci poſſit electriciſmus per exceſſum, ac per defectum. *Stellula eſt ſignum corporis vaporem electricum recipientis, floccus dantis*. A quo ergo corpore ſtella apparet, ab eo indicium eſt vaporem hauriri, adeoque illud per defectum electricum eſſe: a quo floccus emanat, ab eo indicium eſt vaporem effundi; ac propterea illud per exceſſum electricum eſſe.

COROLLARIUM V. Ex electriciſmo per exceſſum, & pet defectum, & ex tendentia vaporis electrici ad æquilibrium facile electricitatis phænomena explicari poſſunt. Infinitum eſſet ea recenſere, ut cuique patet. Ea tamen explicandi rationem inveniet homo ingenio ſagaci præditus ex phænomenis, quæ in quatuor diverſis machinæ, & conductoris ſtatibus apparent. Cetera ferme omnia phænomena electrica alicui ex his quatuor, quæ ſubijcimus erunt analoga. I. Nec

I. Nec machina, nec conductor ſolitarii ſint, ſed corporibus aliis communicent. Nullum nec a machina, nec a conductore electricitatis ſignum obtinebitur: quantum enim vaporis machina conductori tribuit, tantundem illi a ſolo, aliiſque contiguis corporibus ſufficitur: quantum conductor vaporis haurit, tantundem contiguis corporibus diſtribuit. Ergo nullibi exceſſus, aut defectus; ergo nec ſigna electrica habent.

II. Si tum machina, tum conductor ſint ſolitarii, conductor primum admoto corpore communicatione electrico dat ſigna electrica; a machina enim electricus factus fuerat per exceſſum. At tunc machina exhauſta eſt; & quum conductori non amplius novum vaporem communicare poſſit, ceſſant in conductore ſigna electrica. Rebus ſic conſtitutis, admoveatur corpus communicatione electricum machinæ: dabit hæc ſigna electrica: reſpectu enim corporis admoti eſt electrica per defectum. Iterum ergo inter machinam, & conductorem æquilibrium ſtatuitur ex vapore ab externo hoc corpore hauſto. Machina itaque vaporem hunc in conductorem iterum coacervare poterit; & conductor dabit ſigna electrica; ſed machina exhauſta iterum eſt, & negative electrica: quare admoto externo corpore ſigna electrica iterum dabit; atque ita porro.

III. Solitarie ſtatuatur machina: conductor corporibus aliis communicet: nulla dabit hic ſigna electrica, quum ejus vapor ſemper ſit in ſtatu ſuo naturali cum vapore aliorum corporum æquilibratus. Machina ſemper dabit ſigna electrica, quum ſemper reſpectu corporum admotorum ſit electrica per defectum.

IV. Conductor ſit ſolitarius, machina ſolo communicet. Conductor perpetuo electricus per exceſſum (machina illi novum, ac novum vaporem perpetuo miniſtrante) perpetuo ſigna dabit

bit electricitatis. Machina nulla unquam electricitatis ſigna dabit: ſolo enim, aliiſque corporibus communicat; adeoque ejus vapor cum ceterorum corporum vapore eſt in æquilibrio.

De electricitate vitri.

6. Tres peculiares electricas proprietates vitrum obtinet, quas hic breviter recenſere opus eſſe ducimus, tertiam præcipue, a qua unice præclariſſimorum phænomenorum explicatio deſumi poteſt.

Harum prima eſt, *vitri electricitatem in ea dumtaxat ejus parte excitari, qua perfricatur*. Certiſſimo, ac facillimo experimento proprietas iſta probatur: ea enim tantum globi, ſeu diſci vitrei pars, quæ affrictui ſubeſt, dat ſigna electrica.

7. Altera eſt, *eam ſolum vitri partem electricitate deſtitui, cui corpus communicatione electricum admovetur, vi electrica in reliquis perſeverante*. Facili experimento hocquoque probatur. Si enim globi, aut diſci electrici parti alicui corpus communicatione electricum admoveatur, & ibi diutius detineatur, tandem ibi ſigna electrica ceſſabunt: manifeſto indicio, ibi vim electricam exhauſtam eſſe. Hiſce ſtantibus ſimile corpus alicui alteri globi parti admoveatur: illico ſigna electrica ibi apparebunt: manifeſto indicio, ſi in una parte vis electrica defecit in altera non defeciſſe.

8. Tertia, & potiſſima eſt hujuſmodi. *Una vitri ſuperficies nequit electrica fieri per exceſſum niſi altera electrica fiat per defectum*; *& viciſſim*. Hæc vitri proprietas experimento phialæ Lugduno-Batavæ optime probatur. Phialam hanc deſcribit auctor noſter nu. 1076. Ad hanc phialam electricitate donandam duo requiruntur, altero quorum deficiente non fit electrica. Primum quidem, ut intima vitri ſuperficies, in qua aqua aut

(aut aliud corpus communicatione electricum, puta ramenta ferri, plumbum minutum, bractea metallica) continetur, externis corporibus communicatione electricis non communicet. Alterum, ut externa vitri ſuperficies interno corpori communicatione electrico ſubjecta corporibus communicatione electricis exterius communicet. Alterutro ex his deficiente, phiala non fit electrica. Hoc experientia certiſſimum eſt. His vero poſitis.

I. Si ad phialæ electricitatem requiritur, ut intima phialæ ſuperficies dum electrizatur non communicet externo corpori per communicationem electrico, hoc ideo certe eſt, ne vapor a catena per uncum phialæ, & ab hoc per incluſum corpus intima vitri ſuporficie coacervatus, alio diſperſus transferatur. Si vero ad phialæ electricitatem requiritur, ut externa vitri ſuperficies communicet corporibus communicatione electricis; certe hoc ideo erit, ut vapor ab externa hac ſuperficie alio traducatur. Jam vero vel vapor hic, qui diſpergitur, procedit ab intima ſuperficie, vel ab extima. Non ab intima; ſecus qui illuc coacervatur, diſpergeretur, contra primum requiſitum ad phialæ electricitatem; ergo ab extima. Nequit ergo una vitri ſuperficies electrica fieri per exceſſum, niſi altera electrica fiat per defectum. Q. E. D.

II. Neque dixeris, intimam vitri ſuperficiem non eam eſſe, quæ electrica fiat per exceſſum, ſed uncum, & aquam, aut aliud corpus incluſum. Ne, inquam, hoc dixeris. Nam ſi ab electrizata jam phiala caute eduxeris uncum, ſuber, & corpus incluſum, & alium uncum, aliudque corpus non electrizatum ſubſtitueris, adhuc omnia ſigna electrica phialæ hujus propria & ab auctore noſtro expoſita obtinebis. Manifeſtum ergo hoc indicium eſt, vaporem electricum in intimam vitri ſupeficiem congregari.

9. Manifeſtum quoque eſt, ab extima vitri

ſu-

ſuperficie vaporem abduci: hæc enim nuda, nullo etiam metallico integumento, modo hominis ſubjecta manu, aut alio corpore communicatione electrico ſit ſuſtentata, vaporem amittit; ergo hic ab ipſa extima vitri ſuperficie adimitur.

10. Altera quoque propoſitionis pars, quod ſcilicet *una vitri ſuperficies nequeat electrica fieri per defectum, niſi altera electrica fiat per exceſſum*, ſimili modo, ſimilique experimento probatur.

Appendatur enim phiala non jam amplius conductori, ſed machinæ electricæ ſolitariæ; conductore non ſolitario, ſed ſolo, aliiſve corporibus communicante. Machina tunc, ut ſuperius oſtendimus, electrica fiet per defectum: hauriet illa itaque vaporem e phiala, cujus propterea intima ſuperficies & ipſa electrica fiet per defectum. At vero ita non fit electrica, niſi in extima ſuperficie aut hominis manu, aut fulcro communicatione electrico ſuſtentetur: hoc ergo ideo requiritur, ut in hanc extimam ſuperficiem vapor electricus per hominem, & adjecta corpora congregetur; adeoque ut ipſa electrica fiat per exceſſum. Q. E. D.

11. Ex his plura colliges, quæ rem electricam maxime illuſtrant, & quibus plura ab auctore noſtro perperam explicata apte, recte, & facile explicabis.

12. Colliges primo, nullam dari inter extimam, & intimam phialæ ſuperficiem vaporis electrici communicationem: imo neceſſario hanc intercipi debere, ut experimentum ſequatur. Hinc vides explicationem experimenti Lugduno-Batavi ab auctore noſtro traditam omnino reiiciendam eſſe.

13. Colliges ſecundo qua ratione experimentum hoc explicandum ſit. Quum extimæ ſuperficiei phialæ cum intima ſit communicatio, ſeu ut auctor noſter ait, quum ſit *circulus electricus*,

cus, tunc vapor ſuperficiei electricæ per exceſſum irruit in ſuperficiem electricam per defectum ad æquilibrium inſtaurandum juxta principia ſuperius a nobis ſtatuta.

14. Colliges tertio, tabulam magicam, ſeu; ut alii ajunt, quadratum magicum a phiala Lugduno-Batava non niſi figura differre: re vero ipſa idem eſſe. Metallum laminæ vitreæ ſuperius inductum unci, & corporis phialæ incluſi loco eſt: uno verbo conductoris pars eſt: ſubjecta ſuperficies quoque metallo obducta, illius *armaturæ*, ut ajunt, loco eſt, quæ quoque phialæ Lugduno-Batavæ exterius ad majorem, & faciliorem effectum obtinendum agglutinari ſolet. Ceterum tum phialæ, tum quadrati experimentum eaſdem duas ſuperius indicatas n. 8. conditiones requirit. Vitrum, quod in quadrato circa metallum duorum, aut trium pollicum latitudine nudum relinquitur, ideo ita relinquitur, un nulla inter vitri ſuperficiem electricam per exceſſum, & alteram electricam per defectum habeatur communicatio.

15. Colliges quarto qua ratione ea quoque, quæ ad naturalem electricitatem pertinent explicanda ſint. Nubes electrica per exceſſum ad corpus communicatione electricum accedens vaporis ſui exceſſum illi communicat: hinc ſigna illa electrica tanto majora, tantoque magis horrenda, quanto major eſt vis electricitatis naturalis ob majorem electrici vaporis copiam collectam, vi electricitatis artificialis.

16. Colliges quinto, injuria ab auctore noſtro contemni conductores electricos, ſeu, ut alii ajunt, *fila ſalutis*, turribus, domibus, pulveris pyrii promptuariis, navibus ipſis appoſita: ſi enim apte collocentur, & diſtribuantur, electricum nubium vaporem innocuum intra terram humentem, aut aquam (quæ optimus eſt vaporis electrici conductor) deducunt, ibique diſpergunt. Tot tantaque optimi eventus in protegendis a

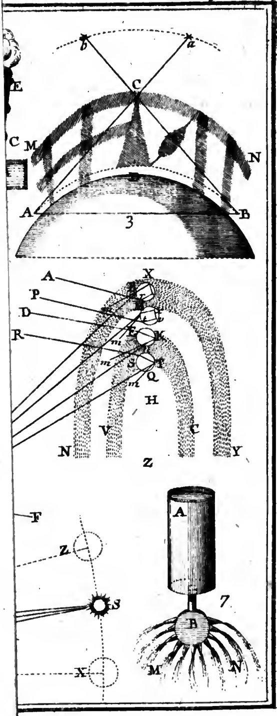
ful-

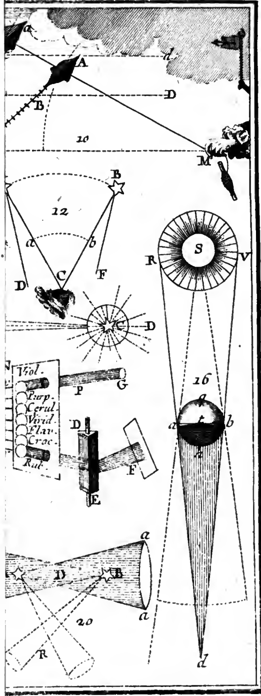
fulmine corporibus per hæc fila jam exempla certiſſima ſunt, ut in hac re diutius immorari ſupervacaneum ſit.

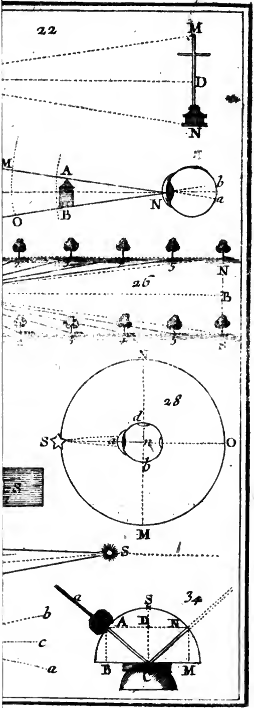
16. Colliges tandem in electricis phænomenis quæ innumera proponi poſſunt, explicandis hæc ſemper præ oculis habenda eſſe; primum quidem, *ſigna electrica non haberi niſi inter duo corpora, quorum alterum electricum ſit per exceſſum, alterum per defectum*; alterum vero, *vaporem electricum tendere ad æquilibrium*. Duo hæc principia ſolide a nobis ſtatuta firmiter teneas: his ducibus objecta phænomena diligenter conſidera: ſi ſagaci ingenio donatus ſis, facile ex ipſa phænomenorum natura deprehendes ubi vaporis exceſſus ſit, ubi defectus, & qua ratione æquilibrium reſtituatur: his quoque ducibus illa omnia explicabis, quæ Cl. Nolletus congeſſit, ut ſuum de duplici effluvio ſyſtema tueretur, quæque ſingula perſequi non brevis hujus appendicis eſt: integrum illa volumen poſtularent.

Hæc itaque præcipua ſunt, quæ ſectioni auctoris noſtri de electricitate addenda duximus; atque hæc ad rem illuſtrandam ſatis eſſe arbitramur. Qui principia breviter hac appendice a nobis ſtatuta probe teneat, is, ni fallimus, & quæ auctor noſter tradit, & quæ apud alios auctores inveniet phænomena electrica facile & recte explicabit.

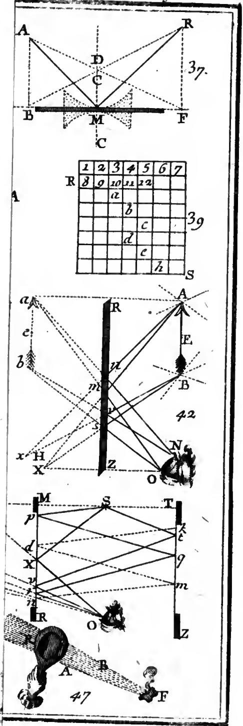
Finis Appendicis.

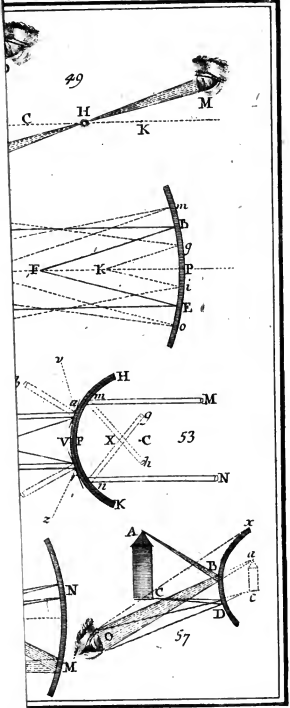

b
a
C
E
C
M
N
A
B
3
A
X
P
D
R
N
V
C
Y
H
Q
S
T
K
Z
F
Z
S
X
A
7
B
M
N

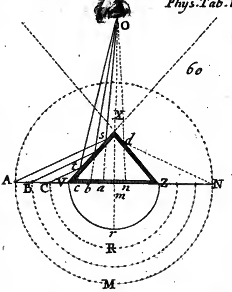

a
A
d
B
D
10
M
B
12
a
b
C
D
F
S
R
V
C
D
Viol.
Purp.
Cerul.
Virid.
Flav.
Croc.
Rub.
P
G
16
a
b
D
F
E
a
D
B
a
20
R
d

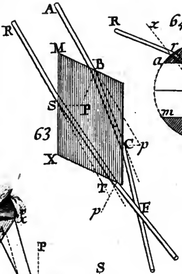

22
M
D
N
M
A
B
O
N
b
a
26
N
B
28
N
d
S
a
n
O
b
M
S
a
S
34
b
A
D
N
c
a
B
C
M

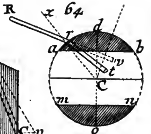


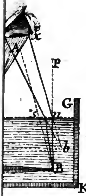

A
R
D
C
37.
B
M
F
C
1 2 3 4 5 6 7
R 8 9 10 11 12
a
b
c
d
e
h
39
S
a
A
R
e
E
b
u
B
m
v
42
s
N
x H
X
Z
O
M
S
T
p
k
t
d
X
g
v
m
n
R
O
Z
A
B
F
47

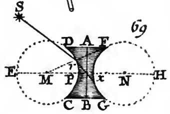

49
C
H
K
M
m
B
g
F
K
P
i
E
o
v
H
m
M
a
g
V
P
X
C
53
h
N
n
K
z
A
x
a
B
N
C
c
D
O
57
M

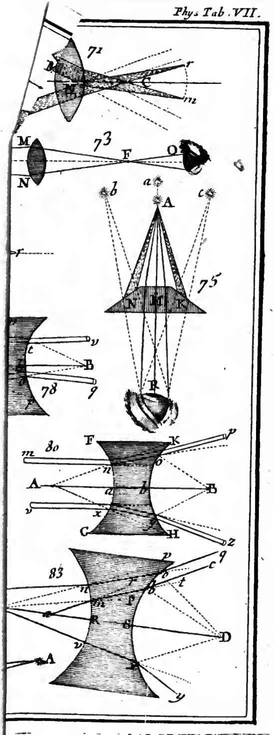

60
O
X
s
d
t
A
B
C
V
c
b
a
n
m
Z
N
r
R
M

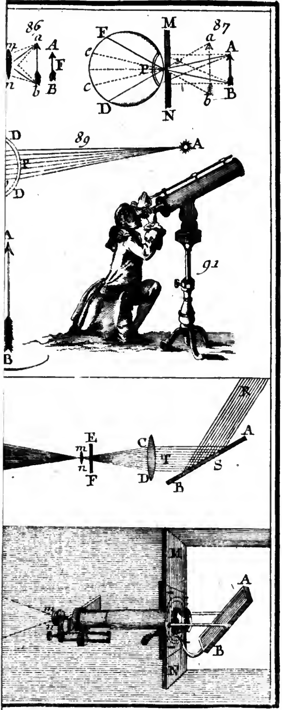

63
R
A
M
B
S
P
C
p
X
T
p
F

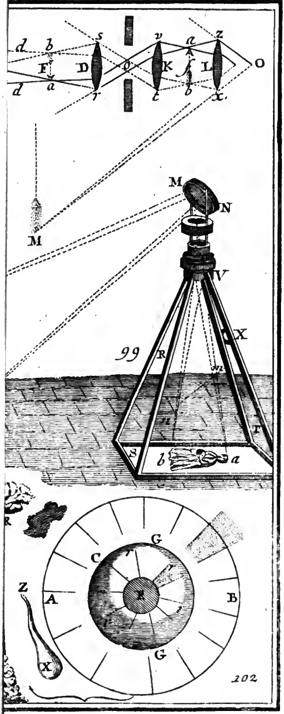

64
R
x
d
r
a
b
v
t
C
m
n
o


P
G
b
B
K


69
S
D
A
F
E
r
M
P
x
N
H
C
B
G


71
M
N
C
r
m
73
M
N
F
O
b
a
c
A
75
N
M
K
t
B
78
v
q
R
80
F
K
m
n
o
p
A
a
b
B
v
x
y
C
H
z
83
v
q
c
n
r
t
m
P
R
S
D
v
A
y


86
m
a
A
F
n
b
B
87
M
F
e
P
c
D
N
a
A
b
B
89
D
A
P
D
91
A
B
E
m
n
F
C
T
D
R
A
S
B
M
N
m
n
A
B


d
b
F
D
a
d
s
r
o
v
K
t
a
f
b
z
L
x
O
M
M
N
V
X
99
R
m
n
T
S
b
a
G
C
A
B
Z
G
X
202

005679081